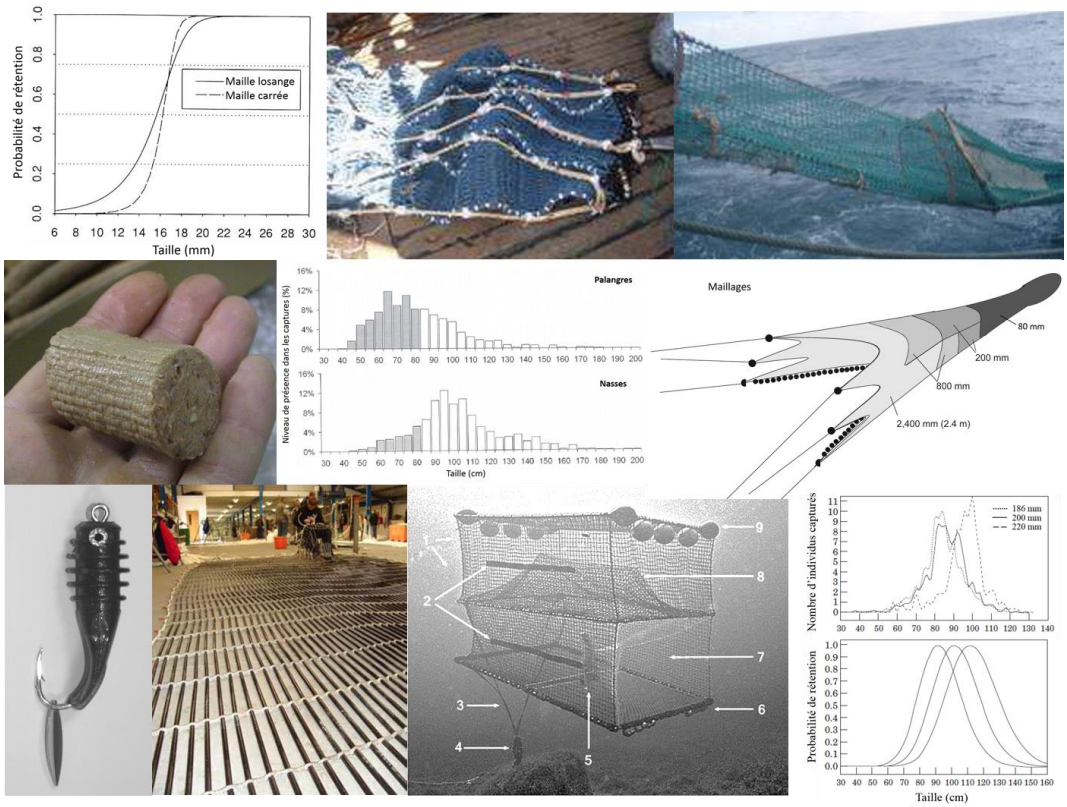
Département Ressources Biologiques et Environnement
Unité Sciences et Technologies Halieutiques
Laboratoire Technologie et Biologie Halieutique

Rédaction : Camille Vogel
Encadrement : Dorothée Kopp, Sonia Méhault
Coordination : Alain Biseau

janvier 2016

Rapport bibliographique « Sélectivité des engins de pêche »



Convention DPMA-Ifremer « Sélectivité »
Ref Ifremer n°13/1210867/NF

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier l'ensemble des équipes du Laboratoire de Technologie et de Biologie Halieutique de Lorient (unité Ifremer STH/LTBH) pour leur aide et leur contribution à la réalisation de cette synthèse bibliographique. Nous remercions également Franck Coppin et Bruno Ernande pour leur assistance sur les problématiques spécifiques à la façade Manche-mer du Nord (unité Ifremer HMMN, Boulogne-sur-Mer).

Nous souhaitons aussi remercier les équipes de l'AGLIA et du CRPMEM Picardie-Nord Pas de Calais pour leur disponibilité lors de nos recherches de documents pour alimenter ce rapport.

Enfin, nous remercions François Théret (Scapêche) et Marc Meillat pour le temps consacré à nous renseigner sur les travaux réalisés à la station Ifremer de Lorient dans le cadre de la sélectivité des engins de pêche.

RESUME

Ce rapport a été rédigé dans le cadre de la convention cadre Ifremer/DPMA 2013-2016 portant sur la sélectivité des engins de pêche (Réf Ifremer n°13/1210867/NF). Il s'agit d'une synthèse bibliographique des travaux de sélectivité réalisés en France pour l'ensemble des engins de pêche utilisés sur les façades Manche-mer du Nord, Atlantique et Méditerranée. La littérature internationale a été consultée pour enrichir la réflexion autour de la sélectivité des engins de pêche et mettre en perspective les résultats obtenus à l'échelle française. **Ce rapport ne traite pas des espèces interdites à la pêche, ni des captures accidentelles de cétacés ou de tortues.** Le rapport se concentre sur les aspects techniques de la sélectivité, sans considération pour les problématiques de gestion des flottes de pêche ou des stocks.

Ce document est un document de référence dont les différentes parties sont consultables de manière indépendante. Néanmoins, pour interpréter les résultats présentés dans ce rapport correctement, **le lecteur doit prendre connaissance des spécificités propres à l'étude de la sélectivité des différents engins**. Ces aspects sont traités en détail dans le paragraphe « **Concepts relatifs à l'étude de la sélectivité des engins de pêche** » et doivent être assimilés en amont de la lecture du rapport.

Ce rapport est divisé de quatre sections principales : une section introductive, une section dédiée aux arts trainants, une section dédiée aux arts dormants, et une section finale qui synthétise l'information et identifie les perspectives de développement autour de la sélectivité des engins de pêche. **Cette dernière section n'est pas dissociable du reste du document**, l'information n'y étant traitée que de manière qualitative. Le paragraphe « **Organisation du document** » permettra au lecteur de maitriser **la structure globale et les différents moyens de référencement** utilisés au cours de la rédaction, pour exploiter au mieux l'information contenue dans ce rapport.

TABLE DES MATIERES

LISTE DES ACCRONYMES 7

INDEX 9

INTRODUCTION 15

1. CONTEXTE 15

2. CONCEPTS RELATIFS A L'ETUDE DE LA SELECTIVITE DES ENGINS DE PECHE 15

2.1. DEFINITION 16
2.2. ETUDE DE SELECTIVITE 17
2.3. COMPARAISON DE CAPTURES 18
2.1. AUTRES MODES D'EVALUATION DE LA SELECTIVITE 19
2.1.1. Dragues 19
2.1.2. Lignes 19
2.1.3. Engins dormants 20
2.2. SOURCES DE VARIABILITE EXPERIMENTALE 20

3. PERSPECTIVE HISTORIQUE 22

4. SOURCES D'INFORMATION 23

5. ORGANISATION DU DOCUMENT 24

APPLICATION DES DISPOSITIFS SELECTIFS AUX ARTS TRAINANTS 27

1. PREAMBULE 27

1.1. SELECTIVITE DES CHALUTS ET SENNES 27
1.1.1. Dispositifs les plus fréquents 28
1.2. SELECTIVITE DES DRAGUES 29
1.3. SELECTIVITE DES LIGNES 30

2. CHALUTIERS LANGOUSTINIERS 30

2.1. PRESENTATION 30
2.2. NAPPES SEPARATRICES 32
2.3. MAILLAGE, MATERIAU ET MONTAGE 34
2.4. PANNEAUX A MAILLES CARREES 39
2.5. CYLINDRES A MAILLES CARREES 46
2.6. GRANDES MAILLES 47
2.7. GRILLES SELECTIVES 49
2.8. ASSOCIATIONS DE DISPOSITIFS 52

2.9. OUVERTURE DE MAILLE FORCEE 57
2.10. APPORTS DES DISPOSITIFS SELECTIFS POUR LES CAPTURES D'ESPECES ACCESSOIRES SOUMISES A TAC 59
2.11. PERSPECTIVES INTERNATIONALES 60
2.12. CONCLUSIONS 62

3. CHALUTIERS CREVETTIERS 63

3.1. PRESENTATION 63
3.1. LE CHALUT ASSELIN 64
3.2. LE CHALUT DEVISMES 67
3.3. CHALUT HYBRIDE DEVISMES/ASSELIN 69
3.4. PERSPECTIVES INTERNATIONALES 69
3.5. CONCLUSIONS 70

4. CHALUTIERS CIBLANT LES ESPECES BENTHO-DEMERSALES 72

4.1. PRESENTATION 72
4.2. MAILLAGE 75
4.3. GRILLES SELECTIVES 76
4.4. PANNEAUX A MAILLES CARREES 84
4.5. CYLINDRES A MAILLES CARREES 87
4.6. CHALUT A GRANDES MAILLES 90
4.7. ASSOCIATIONS DE DISPOSITIFS 91
4.8. PERSPECTIVES INTERNATIONALES 97
4.9. CONCLUSIONS 102

5. DRAGUEURS 104

5.1. PRESENTATION 104
5.2. SELECTIVITE COQUILLE SAINT-JACQUES 104
5.2.1. Drague bretonne 105
5.2.2. Drague anglaise 107
5.2.3. Drague écossaise 110
5.3. ETUDES ETRANGERES : SELECTIVITE PETONCLES GEANTS ET AUTRES ESPECES ASSOCIEES 112
5.3.1. Drague New Bedford 112
5.3.2. Captures accessoires 113
5.4. ETUDES ETRANGERES : SELECTIVITE AUTRES BIVALVES 114
5.4.1. Sélectivité petits bivalves 114
5.4.2. Sélectivité praire 117
5.5. CONCLUSION 117

6. CHALUTIERS PELAGIQUES 119

6.1. PRESENTATION 119
6.2. MAILLAGE 119
6.1. PANNEAUX A MAILLES CARREES 120
6.1. ETUDES ETRANGERES : CULS DE CHALUT A MAILLES CARREES 121
6.2. ETUDES ETRANGERES : GRILLES SELECTIVES 122
6.3. ETUDES ETRANGERES : TRAVAUX ASSOCIES 128
6.4. CONCLUSION 129

7. SENNEURS 130

7.1. PRESENTATION 130
7.2. SENNE ECOSSAISE ET SENNE DANOISE 131
7.2.1. Cul de chalut en mailles carrées 131
7.2.2. Panneaux à mailles carrées 132
7.2.3. Grilles sélectives 133
7.2.4. Paramètres de sélectivité 133
7.3. SENNE TOURNANTE ET COULISSANTE 134
7.3.1. Panneaux à mailles carrées 134
7.3.2. Grandes mailles 135
7.3.3. Grilles sélectives 135
7.4. SENNE DE PLAGE 137
7.4.1. Maillage et matériau 137
7.5. CONCLUSION 137

8. LIGNEURS 138

8.1. PRESENTATION 138
8.1. LEURRES 139
8.1.1. Etudes françaises 139
8.1.2. Etudes étrangères 140
8.2. ETUDES ETRANGERES : HAMEÇONS 140
8.2.1. Taille de l'hameçon 141
8.2.2. Forme de l'hameçon 142
8.3. ETUDES ETRANGERES : APPAT 143
8.4. CONCLUSIONS 143

APPLICATION DES DISPOSITIFS SELECTIFS AUX ART DORMANTS 145

1. PREAMBULE 145

1.1. SELECTIVITE DES PALANGRES 145
1.2. SELECTIVITE DES FILETS ET TREMAILS 145
1.3. SELECTIVITE DES NASSES ET CASIERS 146

2. PALANGRIERS 146

2.1. PRESENTATION 146
2.2. ETUDES ETRANGERES : APPAT 149
2.2.1. Appâts naturels 149
2.2.2. Appâts artificiels 151
2.2.3. Leurres lumineux 152
2.3. ETUDES ETRANGERES : HAMEÇONS 153
2.3.1. Forme de l'hameçon 153
2.3.2. Taille de l'hameçon 154
2.4. ETUDES ETRANGERES : MISE EN ŒUVRE 155
2.4.1. Temps d'immersion 155
2.4.2. Montage 155
2.4.3. Maniement des individus rejetés 156
2.5. CONCLUSION 157

3. FILEYEURS 158

3.1. PRESENTATION 158
3.2. ETUDES FRANÇAISES : TREMAIL ET FILET CONFONDUS 161
3.2.1. Taille de maille 161
3.2.2. Mise en œuvre 163
3.3. ETUDES ETRANGERES : FILETS MAILLANTS 164
3.3.1. Taille de maille 164
3.3.2. Matériau 171
3.4. ETUDES ETRANGERES : TREMAILS 174
3.4.1. Taille de maille 174
3.4.2. Comparaisons inter-engins 175
3.5. CONCLUSIONS 175

4. NASSES ET CASIERS 177

4.1. PRESENTATION 177
4.2. NASSES A POISSONS 178
4.2.1. Forme et taille de maille 178
4.2.2. Appât 186
4.2.3. Transfert d'activité 187
4.3. CASIERS A LANGOUSTINES 190
4.4. ETUDES ETRANGERES : PERSPECTIVES 191
4.4.1. Nasses à morue 191
4.4.2. Nasses à civelle 195

4.4.3. Pots à poulpe ... 196
4.4.4. Pièges a hareng : Chambres à ponton ... 197
4.5. CONCLUSIONS ... 199

SYNTHESE ET PERSPECTIVES ... 201

1. RAPPEL DES OBJECTIFS ... 201

2. SYNTHESE DES DEVELOPPEMENTS NATIONAUX AUTOUR DE LA SELECTIVITE ... 201

2.1. CHALUTIERS LANGOUSTINIERS ... 202
2.2. CHALUTIERS CREVETTIERS ... 205
2.3. CHALUTIERS CIBLANT LES ESPECES BENTHO-DEMERSALES ... 205
2.4. DRAGUEURS ... 209
2.5. CHALUTIERS PELAGIQUES ... 209
2.1. SENNEURS ... 209
2.1. LIGNEURS ... 209
2.2. PALANGRIERS ... 211
2.3. FILEYEURS ... 211
2.4. NASSES ET CASIERS ... 211
2.4.1. Nasses à poissons ... 211
2.4.1. Casiers à langoustine ... 212
2.4.2. Autres dispositifs de type piège à poissons ... 212

3. PERSPECTIVES INTERNATIONALES ... 214

3.1. CHALUTS ET SENNES ... 214
3.1.1. Systèmes vidéos et acoustiques ... 214
3.1.2. PMC et grilles ... 214
3.1.3. Modifications des culs de chaluts ... 215
3.1.4. Nappes séparatrices ... 215
3.1.5. Nappes sélectives ... 215
3.1.6. Chalut sans dos ... 216
3.1.7. Leurres lumineux ... 216
3.2. DRAGUES ... 216
3.3. PALANGRES ... 216
3.4. FILETS ET TREMAILS ... 216
3.1. NASSES ET CASIERS ... 216
3.1.1. Matériau ... 216
3.1.2. Configuration du dispositif ... 216
3.1.3. Comparaisons inter-engin ... 217

4. CONCLUSION ... 217

LISTE DES TABLEAUX 219

LISTE DES FIGURES 225

BIBLIOGRAPHIE 231

LISTE DES ACCRONYMES

Institutions

AGLIA : Association du Grand Littoral Atlantique
CIEM : Conseil International pour l'Exploration de la Mer
CNPMEM : Comité National des Pêches Maritimes et des Elevages Marins
CRPMEM –Bretagne : Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins de Bretagne
CRPMEM –NPC : Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins du Nord-Pas de Calais
FAO : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
IFREMER : Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la MER
LTBH : (laboratoire Ifremer) Laboratoire de Technologie et Biologie Halieutiques (ancien LTH+LBH Lorient)
LTH : (laboratoire Ifremer) Laboratoire de Technologie Halieutique
PRAC : Conseil Consultatif Régional pour les stocks Pélagiques (Pelagic Regional Advisory Council)
RBE : (département Ifremer) Ressources Biologiques et Environnement
STH : (unité Ifremer) Sciences et Technologie Halieutiques
WGFTFB : groupe de travail du CIEM sur la technologie des pêches et le comportement des poissons (Working Group « Fishing Technology and Fish Behaviour »)

Programmes

ASCGG : Amélioration de la Sélectivité des Chaluts du Golfe de Gascogne
CELSELEC : Amélioration de la SELECtivité des chalutiers de mer CELtique
ECODREDGE : Evaluation and improvement of shellfish dredge design and fishing effort in relation to technical conservation measures and environmental impact
EODE : Expérimentation de l'Obligation de DEbarquement
NECESSITY : NEphrops and CEtacean Species Selection Information and Technology
N-Virodredge : Etude technique comparative entre la drague anglaise et la drague écossaise N-Virodredge à partir de marées commerciales et scientifiques
ORCASAV : Pêche aux CASiers pour lutter contre la déprédation oar les ORques et la mortalité AViaire
PASAMER : Palangre Automatique Sabre et MERlu
PRESPO : Pêche RESPOnsable
REDRESSE : REDuction des REjets et Amélioration de la SElectivité dans le golfe de Gascogne
REPAST : RaiE PASTenague
SAUPLIMOR : SAUvegarde des juvéniles de PLIe et de MORue dans le détroit du Pas-de-Calais
SELECCAB : Amélioration de la SELECtivité des chalutiers travaillants en Manche-mer du Nord et mer du Nord de façon à limiter les captures de CABillaud
SELECFISH : Amélioration de la SELECtivité des chalutiers de Manche Est-mer du Nord pour limiter les rejets des espèces sous quota communautaire
SELECMER : Amélioration de la SELECtivité des chalutiers de la pêcherie multispécifique Manche-MER du Nord
SPD : Sélectivité et Pêche Durable
SELMITRA : Improved species and size SELectivitiy for MId water TRAwls
SELPAL : SELectivité PALangre
TRASEL : TRAwl SELectivity in région 3

Termes techniques

CJ : chaluts jumeaux
CS : coefficient de sélectivité (ratio du L50 sur la taille de maille)
CMC : Cylindre à Mailles Carrées
CPUE : Capture par Unité d'Effort
DP : double poche
FOV : Faible ouverture verticale
HT : hors taille. Fait référence aux individus dont la taille est inférieure à la taille minimum au débarquement.
L50 : Taille de rétention de 50% des individus associé à une courbe de sélectivité
LC : Longueur Céphalothoracique
LT : Longueur totale
MLS : taille minimum au débarquement (Minimum Landing Size)
PA : Polyamide
PE : Polyéthylène
PMC : Panneau à Mailles Carrées
RES : Radial Escape Section
RMD :Rendement Maximum Durable
SR : Intervalle de sélection (Selective Range) associé à une courbe de sélectivité
TA : traits alternés
TC : taille commercialisable. Fait référence aux individus dont la taille est supérieure ou égale à la taille minimum au débarquement lorsque celle-ci est définie, ou dont la taille est suffisante pour générer un bénéfice à la vente.
TP : traits parallèles

Autres

PCP : Politique Commune de la Pêche

INDEX

Appât
Ligne 143–44, 209
naturel
crevette 143
vers 143
Nasse 186–87
naturel
Calmar 186
Chinchard.....186, 187
Crabe vert 187
Hareng 186, 187, 193, 194, 195, 199
Maquereau 178
Sardine.....178, 186, 199
Tacaud 186, 187
Vieille 186
Palangre.....148, 149–53, 211
artificiel.....151–52
naturel 149–50
Balalou du Pacifique 149
Calmar 149–50
Hareng 149
Maquereau 149–50
Raie 149, 150
Biomasse 217
Casier
à buccin 199
à crustacés.....199
à langoustine 190–91, 212, 216
danois 190, 212
écossais.....190, 199, 212
pliant.....190
Chalut 214–16, 217
à crevette.....63–71
à grandes mailles.....47, 74, 91, 100
à langoustine 30–63, 217
à perche électrique.....70
à quatre faces 75, 119
Asselin.....66–67
démersal.....72–103, 215
Devismes 67–68
Gangui 75
pélagique 119–22
sans dos 62, 216
Courbe de sélectivité17, 122, 144, 146, 161, 164, 165, 168, 169, 193, 197
Dégorgeoir.....148, 157, 158
Diagramme d'exploitation 217
Dispositif
association 52–57, 62, 91, 203, 216
circonférence de la rallonge 203
circonférence du cul de chalut 99
CMC+Grille 55, 95
cylindre à mailles carrées46–48, 61, 87, 202, 205, 206
cylindre à mailles carrées (nasses) 195
déflecteur (nasses)..... 179, 182
d'orientation (nasses) 178
double grille 92
grandes mailles 29, 47–48, 99, 126, 209
grille28, 49–52, 61, 69, 73, 76–84, 97, 102, 122–27, 129, 133, 138, 205, 209, 214, 216, 218
grille (piège à poissons) 197–98
grille mixte 93
maille 70, 205, 209, 211, 212
mailles carrées60, 67, 101, 121, 129, 131, 180, 205, 209, 215
mailles hexagonales..... 101
matériau 211, 215, 216
nappe sélective 29, 63–71, 205, 215
nappe séparatrice29, 32, 60, 99, 203, 215, 216, 218
ouverture de maille forcée 57–59, 62
panneau à mailles carrées28, 31, 39–46, 61, 66, 84–86, 98, 120–21, 129, 132–33, 134–35, 138, 192–94, 199, 202, 206, 209, 214
PMC+Grille 53
poche de récupération (chalut) 21
poche de récupération (dragues) 29
poche de récupération (nasses) 178–81
RES 56
Système acoustique..... 128, 214
Système vidéo..... 214
T45 215
T9047, 48, 57, 67, 68, 98, 101, 102, 203, 205, 206, 209, 215
Drague 104–18, 216, 217
à grille 118
à palourde..... 118
anglaise 107–10, 118
bretonne 105–7, 209
écossaise..... 110–12, 118, 209

hydraulique 117, 209, 216
New Beford.....112
Espèce
Amande 118
Anchois 65, 119–20, 129, 130, 139
Anguille.....217
Araignée 199
Bar 64, 138, 147, 195
Barbue 112
Baudroies *spp*30, 73, 77–79, 100, 113, 199, 206
Bogue.....134, 138
Bouquet.....177
Brosme 140, 147, 149–52, 149, 153, 191
Buccin 177, 199
Bulot 177
Callionymes 130
Capelan.....75
Cardine 30, 77, 100, 206
Céphaloodes
encornet rouge.....30
Céphalopodes.....130
calmar.....130, 151, 152
encornet 75, 95, 130
poulpe.....146, 191, 196–97
seiche.....95, 138, 175, 177
Cernier.....147
Cétacé *spp* 201
Chien espagnol 147
Chinchard59, 73, 75, 85, 89, 125, 130, 134, 187
Civelle 191, 195–96, 200
Congre 138, 147, 178–84, 186, 199, 212
Coquille Saint-Jacques.....104–12, 117, 209
Couteau 114
Crabe *spp*.....191
Crabe vert.....187, 199, 217
Crevette grise 63–71, 215
Crevette *spp* 77, 151, 215
Crustacés *spp*.....187, 215, 216
Dorade.....101, 102, 131, 134–35, 181, 195
Eglefin30, 61–62, 73, 90, 97–100, 103, 130, 131–32, 133, 138, 147, 149–52, 153, 154, 156, 158, 167, 206
Empereur.....141
Espadon138, 147–48, 149–50, 150, 152, 153–54, 155, 157, 158, 160
Flet.....64
Gadidés.....97, 132, 176
Galathée 30
Gobie *spp*
gobie tacheté 195
Grande argentine..... 147
Grande vive..... 175
Grondin *spp*
grondin gris 30, 59, 73, 130
grondin perlon 172, 175
grondin rouge 91
Hareng73, 89, 96, 119, 121–22, 122–27, 126, 128, 129, 152, 160, 171, 186, 191, 194, 195, 197–98, 200, 211
Homard 112, 190, 217
Labre 76
Langouste..... 190
Langoustine30, 37–38, 39, 42, 52–59, 178, 190, 191, 199, 202, 215, 217
Légine australe..... 187–90, 199, 212
Lieu
lieu jaune 138, 140, 147
lieu noir73, 91, 99–100, 103, 135–36, 138, 140, 159
Limande64, 73, 77–79, 85, 87–89, 93, 95, 112, 132
Limande sole..... 113, 132, 133
Lingue.....91, 140, 147–48, 149, 150, 152
Maquereau42, 59, 73, 85, 89, 92, 95, 119, 121, 125–27, 129, 130, 134, 135–36, 147, 160
Maquereau espagnol..... 134, 138
Marlin..... 150, 154
bleu 149
Merlan63, 64, 73–74, 82–83, 82–83, 85, 87, 92–95, 99, 103, 133, 147, 153, 185–86, 186, 199, 206, 211
Merlan bleu 30, 128, 147
Merlan de sable 138
Merlu30, 34–36, 39, 52–59, 73, 75, 77, 130, 147–48, 149, 168–69, 175, 199, 202, 211
Morue/Cabillaud30, 49, 61, 73, 77–79, 80–82, 85, 91, 92–95, 97–100, 103, 130, 131–32, 133, 138, 140, 147–58, 158, 162, 165–68, 169–70, 171–72, 176, 178, 185–86, 191–95, 199, 211, 218
Mulet *spp*
mulet doré 195
mulet porc..... 195
Myxine 217
Orphie 134
Oursin 116
Pageot..... 174–75
Pageot rose 147
Pagre commun..... 143

Palourde 118
Patagos 114, 115
Petit tacaud 30
Petite roussette 30, 73, 92, 113, 147, 175
Pétoncle
blanc 113
géant.....112
Phycis de fond 147, 175
Picarel 175
Plie49, 63, 64, 70, 73, 80–82, 85, 87–89, 95, 100, 112, 113, 132, 169–70, 174, 176
canadienne 30
cynoglosse 133
poissons blancs.....30
Praire 117, 216
Raie spp 77–79, 100, 113, 132, 153, 206
raie bouclée.....112
raie brunette.....147
raie pélagique 153, 154
raie torpille 175
raie violette 148, 157
Rascasse *spp* 76
rascasse bleue 175
Requin *spp* 138, 141, 148, 151
peau bleue.....147, 150, 152, 153–54
pocheteau gris 30
requin bleu 157
requin gris.....149, 150
requin hâ 147, 201
requin mako 150
requin taupe 147, 201
Rouget 75, 130
barbet 42, 76, 102, 173, 174–75, 176, 211
Sabre.....148
Sanglier 130, 214
Sar.....134
Sardine.....119–20, 129, 130, 134, 139, 160
Serran 175
Serran *spp*.....76, 141, 143
Sole30, 47, 64, 73, 75, 82, 112, 169–70, 172, 176, 199, 211
du Sénégal 175
ruardon.....175
Sparaillon.....175
africain.....134
Sprat 65, 119–20
Syngnathe *spp* 195
Tacaud59, 64, 93, 130, 175, 178–81, 181, 185–86, 186–87, 199, 212
Telline 114, 116
Thon *spp* 138, 149, 151, 160
thon albacore..... 147, 153, 155, 157
thon germon119, 130, 139–40, 143, 148, 149, 152, 155, 157, 161
thon obèse..... 147, 149, 153, 155, 157
thon rouge119, 120–21, 129, 130, 147, 148, 209
Tortue caouanne..... 150
Tortue *spp*..... 201
Tourteau 181, 186, 199
Turbot 112
Venus 114
Vernis 114, 118
Voilier..... 154
Exemption..... 218
Filet 158, 217, 218
calé..... 160
dérivant..... 158–61
maillant145, 158–61, 162–63, 164–73, 175, 176
temps d'immersion..... 211
trémail146, 158–61, 161–63, 165–66, 174, 176
Flottille
caseyeurs 190–91, 199
chalutiers 214–16
crevettiers..... 63–71, 205–7
démersaux 72–103, 205–8
langoustiniers 30–63, 202–4
pélagiques..... 119–22, 209, 210
dragueurs..... 104–18, 209, 210, 216
fileyeurs 158, 211, 216
ligneurs 138–44, 209, 210
nasses..... 178–90, 191–96
nasses et casiers 177–200, 211–13, 216
palangriers 146–58, 211, 216
senneurs 130–38, 209, 214–16
démersaux 130
pélagiques..... 130
Gestion des stocks 217
Ghost-fishing..... 216
Hameçon..... 152
Ligne..... 140–43, 209
à trois crochets 143
circulaire 141, 142, 143, 144
décalé..... 143
en « J » 141, 142
sans émerillon..... 143
Palangre 148, 153–54, 211, 216
circulaire 150, 153, 154, 156, 157
décalé..... 153
en « J » 150, 153, 154, 156

E-Z baiter 153
taille 148
Leurre
Chalut
lumineux 216
Ligne 139–40
artificiel
anguille 140
cuillère 140
Octopus 139, 140
Rapala 139
sonar 140
Spanyid 139
lumineux 218
Nasse 194–95
lumineux 186, 194, 199, 212
Palangre
lumineux 152
Ligne 138–44
à main 139
automatique 139
de traîne 139
Matériau
Aluminium 73, 77, 80, 123, 125, 129, 136
Aluminium et plastique composite 125
biodégradable 216
Breizline 37, 39
Dynéema 45
Dynex 127, 129
Fibre de verre 136
Inox 122
Nylon 121, 129, 171
Polyamide (PA) 37, 39, 171, 188, 190
Polyéthylène (PE) 37, 39, 60, 188
Polymère 136
Polypropylène (PP) 121
Polysteel et nylon 127
Polyuréthane (PU) 45, 49
Nasse
à civelle 195
à morue 191–95
à poissons 145, 178–90, 199
pliante 191
cône tronqué 188–89
cylindrique 178, 180, 188–89
flottante 194
norvégienne 181
parallèpipèdique 188–89
rectangulaire 178, 179
rigide antillaise 181
suédoise 181
temps d'immersion 180
Nasses 218
Palangre 146–58, 216
à merlu 148
automatique 148
démersale147, 153, 154, 155–56, 156, 187, 190, 199
Dispositif électronique 148
Lest 156
Matériau 148
Acier 155
Nylon 155
pélagique147, 149, 151, 153–54, 154, 155, 156–57, 158
semi-pélagique 148, 175
temps d'immersion. 157, 160, 163, 166, 175
temps d'immersion 155
Piège
à hareng 197
à poissons 212
capéchade 200, 212
Pot à poulpe 196–97
verveux 200, 212
Programme
ASCGG 30, 49–50, 53
CELSELEC 63, 103, 205
ECODREDGE 104
EODE 205
Fish 2 EcoEnergy 178, 185–86, 186–87
NECESSITY 30, 42, 52
N-Virodredge 104, 110, 209
ORCASAV 187–90
PASAMER 148, 211
PRESPO 30, 45
REDRESSE 63, 202, 206, 209
REPAST 148, 211
SAUPLIMOR 74, 80–82
SELECCAB 74, 90, 92–95
SELECFISH 74, 87–90, 95–96, 97
SELECMER 74, 83, 84–86, 92, 97
Sélectivité et Pêche Durable (SPD)30, 55–56, 75
Sélectivité Langoustine 30, 42–44, 49–52
SELMITRA 122–25
SELPAL 148, 211
TRASEL 30
Recrutement 218
Règlementation
Merlu 31, 72
Morue/Cabillaud 72, 74

Obligation de débarquement15, 25, 87, 142, 201, 205, 217
PCP.....15, 25, 119, 214
Rendement maximum durable (RMD) 217
Sélectivité
Chalut 17, 18
Chaluts.....27–29
Concepts.....15–21
Définition.....16
Dragues.....19, 29
Filet.....20
Filets et trémails.....145–46
inter-spécifique .16, 119, 128, 130, 149, 151
intra-spécifique 16, 68, 70, 85, 192, 197
Ligne 19
Lignes.....30
Méthode
Comparaison de captures.....18–19
Efficacité (Dragues).....19
Etude de sélectivité 17–18
rendement (nasses et casiers).....20
rendement (palangre) 20
Nasses et casiers.....20
Nasses et Casiers 146
Palangre.....20, 145
Senne.....17, 18
Sennes 27–29
Senne.....214–16
à faible ouverture verticale 133
coulissante.....134–36, 138, 148, 209
danoise 131–34, 209, 215
de plage 137, 138
démersale.....130, 131–34, 209
écossaise.....131–34
Survie25, 70, 122, 127, 135, 136, 140, 148, 153, 157
Zone
Arctique
mer de Barents22, 72, 167–68, 191–93, 199
mer de Norvège.....72
Atlantique.....104, 119, 129, 177
Atlantique Nord.....117, 138, 154, 156, 158
Atlantique Nord Est72, 97, 99, 136, 147, 161, 171, 177, 199
baie d'Audierne 104
Danemark 217
Ecosse 215
golfe de Cadix 175
golfe de Gascogne30–33, 34–60, 63, 72–79, 84, 95, 130, 139, 147, 148, 159, 160, 178, 181, 185, 199, 202
Irlande 215
Islande..... 132
Manche87, 104, 110, 130, 158, 161, 163, 177, 185, 186, 187, 199
baie de Saint-Brieuc..... 107
baie de Seine..... 109
Manche Est 72, 104, 160, 178
Manche Est-mer du Nord72, 84, 90, 95, 96, 159
Manche Est-sud mer du Nord..... 74
Manche Ouest... 72, 118, 121, 159, 160
Manche-mer du Nord63, 73, 74, 76–83, 87, 94, 118, 119, 129, 130, 147, 159, 177, 205
mer Celtique30, 32, 63, 72–73, 76, 79, 130, 160, 205, 214
mer d'Irlande 113, 118
mer du Nord72, 74, 91, 133, 136, 140, 169
Nord mer du Nord 72, 73
Norvège..... 156
Ouest Ecosse..... 72, 147
Ouest Irlande 72
Pays basque 175
Pays-Bas 215
Poitou-Charentes..... 104
Portugal60, 114–17, 118, 134–35, 138, 149, 153, 158, 164–65, 168–69, 174–75, 176, 215, 217
rade de Brest..... 104
Skagerrak/Kattegat..... 136, 216
sud Gascogne..... 174
Atlantique Nord Ouest..... 72, 141, 153
baie de Onslow 141
Canada 217
Saint-Pierre-et-Miquelon..... 112
Atlantique Sud Ouest
Brésil 156
Indien
Australie..... 137, 154, 192
La Réunion 141
Méditerranée72, 75, 101–2, 104, 119, 129, 143, 148, 154, 160, 174, 175, 176, 200
Corse 147
mer Adriatique..... 172
mer Baltique121–22, 171–72, 174, 191, 193, 194, 197–99, 218
Territoires d'Outre-Mer..... 201

INTRODUCTION

1. CONTEXTE

Dans le cadre de la mise en œuvre de la nouvelle PCP à partir de 2015, en particulier de l'objectif dit « obligation de débarquement », et en lien avec l'approche écosystémique des pêches, la DPMA a fait appel à l'IFREMER pour réaliser une synthèse bibliographique des travaux menés à ce jour sur la sélectivité des engins de pêche à l'échelle nationale et internationale. Le Laboratoire de Technologie et Biologie Halieutiques (RBE/STH/LTBH) de l'IFREMER, basé à Lorient, est naturellement indiqué pour la réalisation de cette synthèse de par son implication historique auprès des professionnels, pour l'élaboration d'engins plus optimaux amenant moins de rejets et moins de pertes commerciales, et des systèmes d'observation et d'expérimentation qui y ont été développés.

Les dispositifs sélectifs ont pour but de minimiser les captures non-désirées sans entraîner de pertes commerciales immédiates susceptibles de remettre en cause l'équilibre économique des entreprises de pêche. L'importance et la nature des captures destinées à être rejetées dépendant du métier considéré, les dispositifs sélectifs sont adaptés à chaque pêcherie.

Limiter les captures indésirées par l'amélioration de la sélectivité des engins de pêche doit aider à limiter les conséquences du règlement « obligation de débarquement » auprès des professionnels. C'en est, évidemment, un des objectifs. Le développement de dispositifs permettant de réduire les captures indésirées est aussi un moyen de préserver et d'améliorer la gestion de la ressource. Un bilan des travaux réalisés antérieurement permettra d'identifier les actions à mener à l'avenir.

2. CONCEPTS RELATIFS A L'ETUDE DE LA SELECTIVITE DES ENGINS DE PECHE

La sélectivité d'un navire est déterminée par un ensemble de conditions d'exploitation et par la sélectivité intrinsèque à chaque engin de pêche. Les conditions d'exploitation sont dictées par la biologie des espèces (zones de frayères et de nourricerie, périodes de reproduction des espèces ciblées), par la règlementation en vigueur (fermeture de zone, taille minimale au débarquement) et

par le choix de l'engin utilisé. **Ces aspects de la sélectivité ne sont pas abordés dans ce rapport qui s'intéresse exclusivement à la sélectivité des engins.**

La probabilité de capture en fonction de la taille des individus est représentée par une courbe décrivant tout ou une partie de la sélectivité de l'engin de pêche testé. Cette courbe peut-être de type logistique, pour les chaluts et les dagues, ou autre, pour les lignes et les arts dormants. La capacité d'un dispositif à épargner des individus non désirés peut être mesurée en comparant les captures réalisées par l'engin muni du dispositif sélectif à tester à celles d'un engin qui échantillonne l'ensemble de la population disponible (étude de sélectivité), ou à celles d'un engin standard utilisé communément dans la pêcherie étudiée (comparaison de captures). Le choix d'une méthode est donc adapté à la problématique traitée.

2.1. DEFINITION

George et Nédélec (1991) définissent la sélectivité d'un engin comme la « *propriété […] de capturer une espèce plutôt qu'une autre* (*sélectivité inter-spécifique) ou de retenir, pour une espèce déterminée, les individus d'une certaine taille* (*sélectivité intra-spécifique)* ». Elle est donc le résultat de la combinaison de dispositifs et de matériaux qui donnent à l'ensemble des propriétés physiques facilitant l'échappement ou la capture de certaines espèces et gammes de taille. Le règlement (CE) n°580/98 fixe les fourchettes de maillage autorisées par espèce et par pourcentage de ces espèces dans les captures, les tailles minimales des individus dont la capture est autorisée et les combinaisons de maillages autorisées pour les différents engins détenus à bord. Ce règlement envisage l'amélioration de la sélectivité par des mesures techniques portant sur l'épaisseur du fil et les matériaux, le maillage, les dispositifs sélectifs et les pièces de filets à mailles carrées. Le comportement du poisson à l'intérieur du chalut doit également être considéré dans la conception des dispositifs sélectifs : ces derniers doivent être positionnés de sorte à faciliter l'échappement naturel des petits individus tout en limitant celui des individus de taille commerciale (TC).

L'efficacité des dispositifs est généralement évaluée selon deux critères :

(i) Biologique : le dispositif permet-il d'améliorer la courbe de sélectivité/le rendement/l'efficacité de l'engin pour une espèce donnée (augmentation de la valeur du L50 et déplacement du SR/réduction des rejets/réduction du bris de coquillage) ? L'impact sur les stocks considérés est-il significatif ?

(ii) Economique : les pertes commerciales à court terme sont-elles acceptables ? Les gains à long terme sont-ils attractifs ? Le temps passé au tri de la capture est-il diminué ? La qualité du produit est-elle conservée, voire améliorée ?

Cependant, les critères d'évaluation de la sélectivité et les méthodes expérimentales mises en œuvre pour l'évaluer diffèrent d'un type d'engin de pêche à un autre (chalut, drague, ligne) et en fonction du type d'espèce ciblée (poisson, coquillage, crustacé). Les spécificités méthodologiques par engin sont présentées ci-après. Il convient de noter que, le plus souvent, le principal critère retenu par les professionnels est celui concernant les pertes immédiates sans considération des possibles gains à moyen et long termes. Pourtant, les juvéniles non capturés grâce à l'emploi d'engins plus sélectifs entreront dans le stock une fois la taille minimum au débarquement atteinte. Les engins sélectifs participent ainsi à assurer la pérennité de l'activité de pêche. On notera que pour les mêmes raisons, sélectivité et survie des rejets sont intimement liées. Enfin, des pratiques d'« up-grading » peuvent générer des rejets en l'absence de taille minimale au débarquement ou au-delà de celle-ci, si ceux-ci ils correspondent à un gain économique pour les professionnels.

2.2. ETUDE DE SELECTIVITE

Pour les chaluts et les sennes, l'étude de sélectivité permet de calculer des paramètres de sélectivité absolus propre à l'engin et de dessiner sa courbe de sélectivité pour chaque espèce étudiée, comme présentée dans la Figure I.2.1. Elle requiert l'utilisation d'un engin témoin conçu pour de telles expérimentations, ou l'addition d'une poche couvrante au-dessus du dispositif sélectif et/ou du cul de chalut, ou encore d'une chaussette qui obstrue l'échappement normal du cul de chalut.

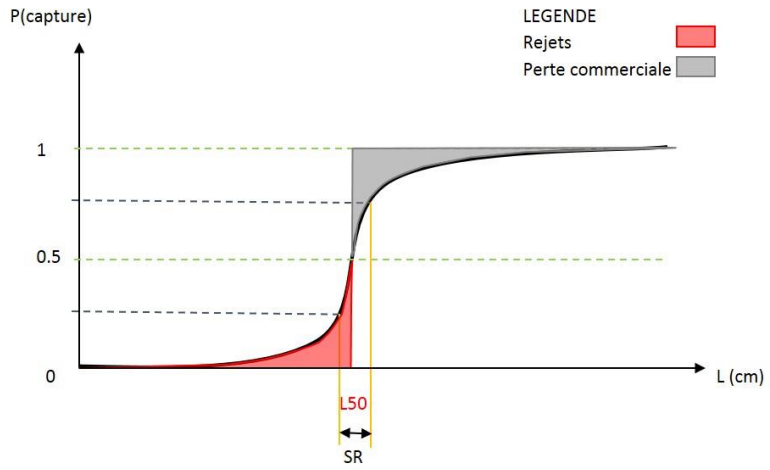


Figure I.2.1. Courbe de sélectivité d'un engin de pêche de type chalut, exprimant la probabilité de capture en fonction de la taille de l'individu et faisant apparaitre les paramètres de référence L50 et SR. Si le L50 est égal à la taille minimale de capture autorisée, l'aire située sous la courbe pour les individus de taille inférieure à L50 (en rouge) peut être assimilée aux rejets, et l'aire située au-dessus de la courbe pour les individus de taille supérieure à L50 (en gris) correspond à la fraction des individus de tailles supérieures à L50 présent dans le stock et non capturés par l'engin.

Les résultats sont présentés sous forme de paramètres descriptifs de la courbe :

- la taille de rétention de 50% des individus (L50),

- l'intervalle de sélection (SR) qui correspond à la différence entre la taille à 25% et 75% de probabilité de capture,
- et le coefficient de sélectivité (CS) qui est égal à la valeur du L50 divisé par la taille de la maille (MacLennan, 1992).

La valeur de L50 peut être modifiée par la seule taille des mailles de l'engin de pêche. Cependant, si le L50 augmente pour la même valeur de SR, alors la perte commerciale augmente tandis que les « rejets » (par rapport à la taille commerciale minimale) diminuent.

L'objectif de la sélectivité n'est cependant pas seulement de faire correspondre le L50 et la taille minimale de captures ; les études de sélectivité ne doivent donc pas être focalisées sur cette taille minimale. Il peut être bénéfique pour le stock (et à terme pour les pêcheurs) d'avoir un L50 supérieur à la MLS, pour laisser échapper une plus grande proportion d'individus susceptibles de grandir et de se reproduire.

2.3. COMPARAISON DE CAPTURES

La comparaison de captures consiste à comparer les captures réalisées avec un engin équipé de nouveaux dispositifs d'échappement avec celles réalisées par un engin standard utilisé communément dans la pêcherie étudiée et ayant déjà une sélectivité propre. Les indicateurs de sélectivité ainsi obtenus sont relatifs aux performances observées par les professionnels avec leurs engins (témoin).

Les résultats sont présentés en termes d' « amélioration de l'échappement », qui correspond à la différence de captures entre l'engin test et l'engin témoin exprimé en pourcentage. Graphiquement, les résultats peuvent être rapportés en courbes superposées des captures de l'engin testé par rapport à l'engin témoin et en termes de proportion retenue dans l'engin testé par rapport à l'engin témoin par le recours à la modélisation (Figure I.2.2).

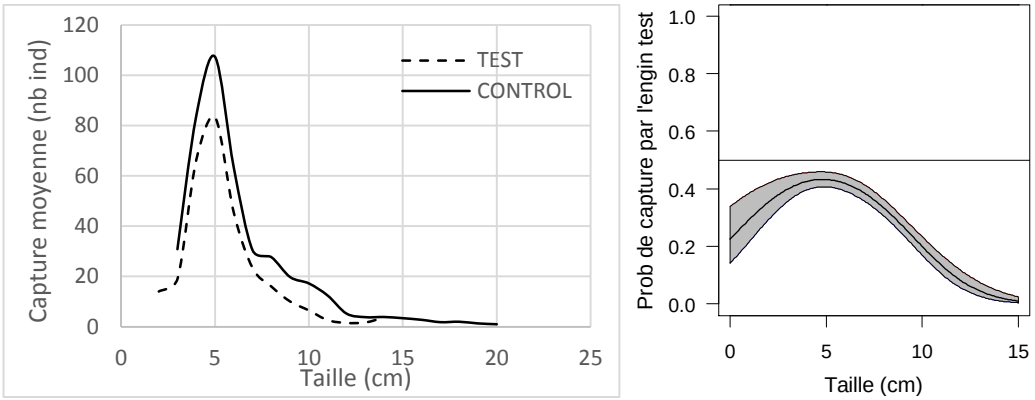


Figure I.2.2. Illustrations pour les chaluts et les dragues des résultats obtenus en comparaison des captures à partir d'un jeu de données fictif (à gauche : captures moyennes obtenues par classe de taille pour un engin témoin (CONTROL) traditionnellement utilisé par les professionnels et le même engin auquel a été ajouté un dispositif sélectif à tester (TEST) ; à droite : résultat d'un modèle estimant la probabilité qu'un individu capturé s'échappe par l'engin testé alors qu'il serait retenu par l'engin témoin (valeur moyenne et intervalle de confiance à 95%). L'axe horizontal à 0.5 représente le point auquel les captures sont identiques dans les deux engins ; au-dessous de cet axe l'engin test est plus sélectif que l'engin témoin, au-dessus il l'est moins (Holst et Revill, 2009).

2.1. AUTRES MODES D'EVALUATION DE LA SELECTIVITE

2.1.1. DRAGUES

Pour les dragues, les résultats sont exprimés en termes d'efficacité de la drague, de niveau de bris des coquilles et de mortalité infligée par la drague. L'efficacité des dragues est définie comme le rapport de deux produits : le nombre de coquilles capturées multiplié par la surface totale de la zone exploitée, divisé par le nombre total de coquilles estimés sur la zone multiplié par la surface draguée, soit un ratio de captures par rapport à la population rapporté au ratio de la surface exploitée par rapport à la surface totale de la zone de pêche (Dupouy, 1978). Lorsque le ratio de la surface exploitée par rapport à la surface totale de la zone de pêche est estimé égal à 1 (pour une flottille par exemple), l'efficacité devient simplement le ratio de la capture par rapport à la population totale estimée (Fifas *et al.*, 2004). Sa valeur est comprise entre 0 et 1 et peut être exprimée en pourcentage. L'efficacité est fonction de la taille des individus, et est propre à chaque engin de pêche en fonction de ses caractéristiques techniques.

2.1.2. LIGNES

La sélectivité des lignes est historiquement exprimée en termes de niveau de captures des espèces accessoires de la pêcherie et en niveau de mortalité estimé parmi les individus HT. La structure en taille de la population capturée est également étudiée. Ces travaux se différencient des études portant sur les autres arts trainants.

2.1.3. ENGINS DORMANTS

Pour les engins dormants, la mise en œuvre d'étude de sélectivité ou de comparaison de captures au sens strict est compliquée par la nature des opérations de pêche. Ainsi, une palangre ou un casier de référence resteront sans effet sur les individus dont la taille empêche la capture (hameçon trop petit ou trop grand, goulotte d'entrée trop petite ou trop grande). Ces engins sont de ce fait considérés comme « sélectif par nature ».

Palangres

Dans la littérature existante, la mise en œuvre de méthode de type comparaison de captures ou étude de sélectivité pour les palangres est moins stricte que pour les chaluts, du fait de la grande diversité des engins utilisés. La sélectivité des palangres est exprimée en termes de rendement, d'augmentation ou de réduction des captures ou en termes de gammes de tailles capturées. Le niveau de mortalité des rejets est également considéré.

Filets

Les travaux de sélectivité portant sur filets peuvent être réalisés selon les principes d'une étude de sélectivité, avec estimation des paramètres L50 et SR, ou comme pour les comparaisons de captures, en s'intéressant aux différences de la composition des captures entre différents engins utilisés traditionnellement par les pêcheurs et un engin test. Cependant, les courbes de sélectivité des filets sont de forme gaussienne (« en cloche »).

Nasses et casiers

La sélectivité des nasses et casiers est traitée en termes de rendement et de structure en taille des captures pour un engin donné. Les rendements sont déterminés tant par l'engin lui-même que par l'appât utilisé ; les gammes de tailles observées sont fonction de la configuration des goulottes et de la maille choisie pour les nappes de recouvrement. La quantification des niveaux de captures accessoires et l'évaluation de la mortalité des rejets peuvent également être renseignées.

2.2. SOURCES DE VARIABILITE EXPERIMENTALE

En plus de la méthode choisie pour mener une expérience de sélectivité, le protocole expérimental influe sur la variabilité des résultats.

Pour les chaluts, l'expérience peut être réalisée :

- en chaluts jumeaux : le chalutier utilisé pour l'expérience permet de monter le chalut témoin et le chalut test en parallèle. La position des chaluts test et témoin est alternée régulièrement pour limiter l'effet de « côté » qui peut exister sur ces navires, et qui affecte le pouvoir de capture de l'engin ;

- en traits parallèles : deux chalutiers sont requis pour l'expérience, l'un tirant le chalut témoin et l'autre le chalut test. Les navires sont de caractéristiques similaires (puissance, taille, chalut) ; les opérations sont coordonnées pour limiter la variabilité naturelle ou/et liée aux navires (distance minimum entre les deux navires et parallélisme des traits, alternance des rôles test/témoin) ;

- en traits alternés : un seul chalutier traîne tour à tour le chalut test puis le chalut témoin, en reproduisant au plus près les conditions expérimentales lors de la réalisation d'un couple de traits (test puis témoin) ;

- avec une poche couvrante : les captures de l'engin testé sont comparées à l'ensemble de la population ayant pénétré cet engin, qui est collectée à l'aide d'une poche de petit maillage recouvrant l'ensemble de l'engin testé. Ce procédé est spécifique aux études de sélectivité ;

- avec une chaussette : dans le cas des études de sélectivité propre à un dispositif sélectif de type grille ou PMC, le cul de chalut est occulté à l'aide d'une « chaussette » (une poche à petit maillage placée à l'intérieur du cul de chalut) et une poche de récupération est placée au-dessus du dispositif testé pour étudier ce qui s'échappe réellement. Les paramètres de sélectivité obtenus sont alors propres au dispositif sélectif testé. Cette méthodologie reste rarement utilisée.

Pour l'ensemble des engins, le nombre de traits ou opérations de pêche réalisés pour tester un dispositif est également important pour évaluer la robustesse des résultats obtenus. Enfin, les résultats peuvent être exprimés en poids ou en nombre d'individus. En effet, les espèces de faible poids peuvent être mieux représentées par des résultats exprimés en nombre d'individus, et inversement. Idéalement les pourcentages d'échappement des petits individus de l'espèce considérée devraient être présentés en nombre, et ceux des individus commercialisables, en poids.

Lorsque l'information est disponible, la méthode choisie, le protocole expérimental et le nombre de traits réalisés seront précisés pour permettre au lecteur de mettre en perspective les résultats spécifiques par rapport à l'ensemble des dispositifs présentés.

3. PERSPECTIVE HISTORIQUE

Depuis 1984, le CIEM réunit les experts de la technologie des pêches à l'échelle européenne et mondiale au cours de la session annuelle du groupe de travail « Fishing Technology and Fish Behaviour » (WGFTFB) (CIEM, 1984). A partir de 2001, la FAO partage avec le CIEM l'organisation de ce groupe, donnant une dimension internationale aux réflexions et aux travaux menés. L'exploitation des rapports du WGFTFB fournit alors une vue d'ensemble critique sur le développement de la sélectivité des engins de pêche au cours des dernières décennies et sur la mise en œuvre des mesures testées.

Walsh *et al.* (2002) font une synthèse des travaux réalisés sur la sélectivité des engins de pêche au sein du CIEM de 1940 à 2000. Selon cet article, ceux-ci remontent aussi loin que 1904 mais s'intensifient à partir de 1960, soutenus par l'essor technologique qui porte les travaux menés en technologie des pêches (vidéo sous-marine, moyens opérationnels plus performants, etc…). Les années 1950-1960 sont dédiées à l'étude de la sélectivité des culs de chaluts à partir de matériaux nouveaux, tel que le polyéthylène (PE) et le polyamide (PA), et à la standardisation de la mesure des tailles de maille. Entre 1960 et 1970, la problématique s'élargit pour s'intéresser aux propriétés sélectives des palangres (hameçon et appât), et à la prise en compte du comportement des poissons et de leurs réactions aux stimuli extérieurs, comme la lumière et la couleur du fil, dans l'amélioration de la sélectivité des engins. Au même moment, la France fait figure de pionnière en développant la nappe séparatrice dans une pêcherie de langoustine pour séparer les crustacés du poisson blanc (Kurc et Betus, 1969). Dans le même temps, la méthodologie entourant l'étude de la sélectivité se concrétise avec l'adoption de la jauge CIEM pour la mesure des mailles et la rédaction de deux ouvrages de référence (Holden, 1971; Pope *et al.*, 1975).

Dans les années 1970, l'effort se porte sur de nouveaux paramètres : l'influence de l'épaisseur du fil, du poids de la capture, de la vitesse de traîne, et de la combinaison montage/matériau sont toutes considérées dans la sélectivité des culs de chaluts. La notion de « réduction des captures indésirables » apparait dans un contexte de raréfaction des ressources (Dayton *et al.*, 1995). Les années 1980-1990 sont également la période de mise en expérimentation de la maille carrée dans les culs de chaluts, dont les performances sont confrontées à celle d'une nappe séparatrice adaptée de Kurc et Betus (1969) (Isaksen et Valdemarsen, 1986). En 1990 en mer de Barents, la première grille sélective (« Nordmøre Grid ») est expérimentée avec des résultats prometteurs sur la réduction des captures de poissons dans une pêcherie crevettière (Isaksen *et al.*, 1992), son usage est rendu obligatoire en 1997.

Les dispositifs développés depuis sont essentiellement dérivés de ces années d'intense innovation : les grilles sélectives et panneaux à mailles carrées ont été déclinés pour s'adapter à d'autres pêcheries et améliorer leur efficacité (Tschernij et Suuronen, 2002; Catchpole et Revill, 2008), des associations de dispositifs ont été imaginées (Broadhurst *et al.*, 2002; Graham *et al.*, 2004; Campos et Fonseca, 2004) et l'utilisation de matériaux polymères s'est généralisée. Les principales innovations de ces dernières décennies portent sur la conception des chaluts, avec l'introduction de chaluts à grandes mailles (Beutel *et al.*, 2008; Viera, 2010a) et la suppression partielle ou totale des parties antérieures dans les chaluts démersaux (Revill *et al.*, 2006; He *et al.*, 2007), et sur l'utilisation de dispositifs lumineux et la modification des pratiques de pêche, comme le recours aux casiers et pots pour préserver la ressource démersale (Bryhn *et al.*, 2014).

A ce jour, la législation peine encore à faire appliquer les dispositifs testés de manière expérimentale. Le succès de la mise en œuvre de dispositifs sélectifs dépend de la prise en compte des conditions de travail des professionnels de la pêche, de la simplicité des mesures proposées et de la cohérence des politiques mises en œuvre (Suuronen *et al.*, 2007; Feekings *et al.*, 2013). La collaboration entre scientifiques, pêcheurs professionnels et législateurs apparait essentielle pour que les recherches menées soient mises en œuvre efficacement dans le cadre de l'exploitation des ressources. (CIEM, 2005; Suuronen et Sardá, 2007).

4. SOURCES D'INFORMATION

L'information exploitée pour la rédaction de ce rapport est issue de différentes sources :

- Les rapports annuels du groupe de travail « Fishing Technology and Fishing Behaviour» du CIEM (Conseil International pour l'Exploration de la Mer) fournissent une vue d'ensemble des programmes scientifiques passés ou en cours et des perspectives existantes sur l'amélioration de la sélectivité des engins de pêche ;

- La littérature grise désigne l'ensemble des rapports techniques internes de l'Ifremer dont le contenu n'est pas publié à ce jour. Les travaux menés sur la sélectivité des engins de pêche dans les différentes stations Ifremer, en particulier Lorient, Boulogne-sur-Mer et Sète, ont été recensés de manière aussi exhaustive que possible afin de dresser un panorama des dispositifs testés et des résultats obtenus à ce jour ;

- Les résultats des expérimentations menées dans le cadre de programmes nationaux et internationaux, en partenariat avec les CRPMEM, le CNPMEM et/ou les Associations de professionnels de la pêche sont également utilisés pour la rédaction de ce rapport.

- Enfin, la littérature scientifique internationale a été consultée pour rendre compte des avancées du secteur à l'échelle européenne et mondiale, en gardant à l'esprit sa pertinence pour les problématiques propres aux pêcheries françaises.

On notera que les études portant sur la sélectivité des engins de pêche sont généralement conduites à la demande des pêcheurs ou des administrations pour un stock ou une zone donnée. L'extrapolation des résultats obtenus au cours d'une étude est donc limitée par la spécificité de chaque cas considéré. Pour les mêmes raisons, la rigueur scientifique qui caractérise la démarche expérimentale moderne, avec de nombreux réplicats et un contrôle accru des conditions expérimentales, ne devient systématique qu'à partir des années 2000 dans ce cadre.

Le volume d'information à traiter est important et les redondances sont parfois fortes entre les différents cas d'étude, rapports et expérimentations menées. L'objectif de ce document est de fournir au lecteur une synthèse critique et constructive des démarches entreprises à ce jour pour apporter des pistes de développement sur l'amélioration de la sélectivité des engins de pêche.

5. ORGANISATION DU DOCUMENT

Pour structurer ce travail, trois questions principales ont été considérées :

(i) Quelles sont les caractéristiques des engins influençant leur sélectivité ?

(ii) Comment peut-on en améliorer la sélectivité et quels en sont les résultats ?

(iii) Quels sont les développements encore possibles ?

La recherche bibliographique conduite à partir de ces trois questions et pour chaque type d'engin de pêche permet de faire un bilan des acquis des travaux de sélectivité menés à ce jour.

L'importance des rejets associés à l'usage du chalut et la prépondérance de cet engin dans l'activité de pêche française a orienté les travaux menés sur la sélectivité. Une grande partie de la bibliographie française existante traite donc de la sélectivité des chaluts, plus particulièrement des chaluts de fond. Pour autant, la demande de la DPMA est explicite : ses besoins ciblent « tous types d'engins et notamment […] les engins autres que le chalut ». Il s'agit alors de trouver un compromis entre l'abondance de la littérature disponible sur le sujet et le traitement fait de l'information.

Suite à cette première section introductive, ce rapport est séparé en trois sections supplémentaires. La seconde section est dédiée à l'application des dispositifs sélectifs aux arts trainants, à savoir les chaluts, les sennes, les dragues et les lignes. La troisième section est dédiée aux arts dormants, soit les palangres, les filets et trémails, les nasses et les casiers. Ces deux sections sont organisées par flottilles au sein desquelles les dispositifs existants sont déclinés. En entrée de section, un chapitre dédié à la méthodologie détaille la mise en œuvre des études de sélectivité pour les différents engins de pêche considérés. Les spécificités d'indice et de référentiel sont alors précisées.

La quatrième section fait un bilan synthétique des avancées et des développements possibles pour l'amélioration de la sélectivité des engins de pêche sur la base de la bibliographie exploitée en amont. **Elle est indissociable du corps du rapport, l'information y étant présentée étant strictement qualitative.** L'information détaillée peut être retrouvée dans les différentes sections préalables.

Enfin, la diversité de mise en œuvre des dispositifs pour les différents engins de pêche demande une approche croisée de la problématique. L'index situé en entrée de rapport permettra au lecteur d'identifier l'ensemble des travaux réalisés sur un sujet donné.

La nouvelle PCP (2014-2022) (article 15) précise que l'obligation de débarquement ne s'applique pas aux espèces ayant un fort taux de survie démontré scientifiquement, ni aux captures exempts de minimis, ni aux espèces interdites à la pêche (UE, 2013). Ainsi, **ce travail ne prendra pas en compte les dispositifs de sélectivité dédiés à la limitation des captures accidentelles de cétacés ou d'espèces protégées** (i.e. tortues).

Pour l'ensemble du document, les tailles de mailles sont exprimées en maille étirée. Lorsqu'une autre mesure a été utilisée, celle-ci est précisée (à la jauge ou côté de maille).

APPLICATION DES DISPOSITIFS SELECTIFS AUX ARTS TRAINANTS

1. PREAMBULE

L'ensemble des éléments constitutifs des engins trainants interagissant avec la ressource lors de l'opération de pêche ont été considérés dans les études de sélectivité. Les essais portent sur des éléments spécifiques, en fonction de l'engin étudié et des espèces visées par la pêcherie. Les principaux éléments de structure jouant un rôle dans la sélectivité des engins sont présentés.

1.1. SELECTIVITE DES CHALUTS ET SENNES

Pour les chaluts, la sélectivité est traditionnellement contrôlée par la taille de la maille et par la force de traction appliquée sur la maille qui détermine son ouverture en pêche. Le Tableau I.1.1 dresse l'inventaire des caractéristiques des chaluts qui peuvent être modifiées afin d'améliorer la sélectivité des poissons par la taille. La sélectivité des sennes se rapproche de celle des chaluts. Elle est déterminée par la taille de maille, sa forme, et par l'addition possible de dispositifs sélectifs de type grille.

Tableau I.1.1 Caractéristiques des engins de pêche influençant la sélectivité des poissons en terme de taille (modifié de Wileman et al., 1996)

Paramètre	***Remarques***
Taille de maille	L'outil utilisé pour la mesure était une source de biais significative[1]
Montage des alèzes	Les capacités d'échappement des poissons dans des mailles « losange », « carrée », « hexagonale », etc… sont différentes pour une même taille de maille.
Diamètre du cul de chalut	Nombre de mailles ouvertes formant le périmètre du cul
Longueur de la rallonge/du cul de chalut	Empiriquement, l'échappement augmente quand la longueur de la rallonge et du cul diminuent. Les modèles d'écoulement indiquent cependant une réduction des phénomènes de turbulence à l'intérieur du chalut quand la distance de l'entrée au cul du chalut augmente. (Morandeau, comm.pers.)
Caractéristiques du fil	L'épaisseur, la densité, la raideur, la couleur, l'élongation et l'élasticité sont différents facteurs susceptibles d'influencer la sélectivité de l'engin
Rapport d'armement	Les ralingues de côté sont susceptibles de limiter la tension appliquée sur l'alèze du cul de chalut, permettant l'ouverture de la maille
Dispositifs attenants au cul de chalut	La présence de tabliers de dessus, erses de levage ou erses de renfort modifie les propriétés sélectives d'un engin

1.1.1. DISPOSITIFS LES PLUS FREQUENTS

Les panneaux à mailles carrées

Les panneaux à mailles carrées (PMC) visent traditionnellement à l'échappement des individus hors taille (HT) sur la base de leur comportement à l'intérieur du chalut, afin d'optimiser les chances de contact entre le dispositif et les individus. Ils peuvent être placés dans le dos, le gorget ou la rallonge. Traditionnellement, on considère que les poissons ronds, tels que les gadidés, sont actifs à l'intérieur du chalut. Les PMC sont alors positionnés dans la fraction haute du chalut, sur la face dorsale ou sur les côtés. Les crustacés sont perçus comme étant passifs et favorisés par des dispositifs situés dans la fraction inférieure du chalut, sur la face ventrale.

Les grilles

Les propriétés sélectives d'une grille sont déterminées par deux facteurs principaux :

- l'espacement et l'orientation des barreaux, qui doivent être adaptés à la taille de débarquement souhaitée et à la morphologie des espèces concernées par le dispositif (poisson ronds : barreaux verticaux, poissons plats : barreaux horizontaux) ;
- la position de la grille dans l'engin, qui est déterminée par le comportement de l'espèce concernée (poisson rond : position haute, poisson plat et crustacés : position basse).

Pour faciliter le montage et pour garantir le contact entre le dispositif et les individus, les grilles sont positionnées dans la rallonge des chaluts. Les spécifications de la grille (souplesse du matériau choisi,

[1] En France et depuis 2002-2003, l'ensemble des mesures de maille sont réalisées avec une jauge OMEGA. Cet outil, développé en partenariat avec plusieurs membres de l'Union Européenne, garantit une mesure répétable et objective. (http://wwz.ifremer.fr/peche/Le-monde-de-la-peche/La-peche/comment/Conception-et-fabrication/Jauge-Omega)

dimensions et configuration de la grille) sont déterminées en fonction des contraintes de l'activité en mer.

Les grandes mailles

Les « grandes mailles » désignent l'utilisation de mailles de 150 mm jauge au minimum dans tout ou partie des sections antérieures du chalut.

Les nappes séparatrices

Les nappes séparatrices séparent les chaluts en deux poches de rétention qui peuvent être de maillages différents. Elles peuvent être positionnées horizontalement ou inclinées et sont utilisées quand une différence de comportement permet la ségrégation des captures (sélectivité inter-spécifique).

Les nappes sélectives

Les nappes sélectives opèrent une sélection par la taille au sein du chalut, en filtrant les individus au travers des mailles. Elles occupent généralement la totalité de la section du chalut, formant un obstacle pour l'ensemble des individus capturés et assurant la sélection (sélectivité inter-spécifique).

1.2. SELECTIVITE DES DRAGUES

La sélectivité d'une drague est associée au type de dispositif fouisseur utilisé pour remuer le sédiment (lame, couteaux, dents, racasseur) et à ses caractéristiques techniques (espacement et longueur des dents), ainsi qu'à la constitution de la poche de récupération (matériau, diamètre des anneaux ou taille de maille) (Vigneau, 1999).

- En fonction du coquillage ciblé, la poche est en filet en maille losange ou constituée d'une alèze ventrale en anneaux métalliques dont le diamètre sera adapté pour atteindre les paramètres de sélectivité voulus, et d'une alèze dorsale en filet à maille losange.
- Le dispositif fouisseur, la lame, peut être ou non équipé de dents dont l'espacement et la longueur sont adaptés en fonction du type de coquillage ciblé et du sédiment. La hauteur de la lame peut également être modifiée.

Le cas des dragues hydrauliques est à part, le dispositif fouisseur étant remplacé par une série de jets d'eau sous pression.

1.3. SELECTIVITE DES LIGNES

Les travaux portant sur la sélectivité des lignes s'intéressent principalement aux hameçons. Leur forme et leur taille sont adaptés à l'espèce et à la gamme de taille visée par la pêcherie.

2. CHALUTIERS LANGOUSTINIERS

2.1. PRESENTATION

En 2013, 188 chalutiers ciblant la langoustine exercent dans le golfe de Gascogne et 28 en mer Celtique. La langoustine représente respectivement 41% et 16% des débarquements de ces navires. Dans le golfe de Gascogne, le merlu (17%), les baudroies (11%) et la sole (7%) composent l'essentiel du reste des débarquements ; les rejets de la flottille constituent 48.9% [45.8% ;51.8%} du total des captures, qui sont principalement constitués de langoustine (24%), de merlu (23%), de galathées (9%), de petit tacaud (10%) et de merlan bleu (6%). En mer Celtique, les principales espèces accessoires de la pêcherie sont le merlu (24%), la morue (24%), les baudroies (10%), la cardine (9%) et l'églefin (5%) ; les rejets constituent 13% [11% ;15.4%] du total des captures et sont principalement constitués de langoustine (22%), de merlu (14%), de pocheteau gris (8%), de cardine (7%), d'encornet rouge (7%), de plie canadienne (ou balai – 7%), de petite roussette (6%) et de grondin gris (6%) (Cornou *et al*, 2015).

La flottille des chalutiers à langoustines et poissons blancs du golfe de Gascogne est la première en termes de niveau d'expérimentation. Les travaux ont été menés initialement par les scientifiques dans le cadre des campagnes régulières du laboratoire de technologie halieutique (LTH) de Lorient en collaboration directe avec les professionnels (campagnes SELECT des années 1990) et pour des programmes européens (programme TRASEL – 1998-1999). A partir de 2002, les professionnels sont à l'origine des travaux réalisés, pour lesquels ils sollicitent l'appui des scientifiques au travers de divers programmes nationaux (programmes ASCGG – 2002-2004, Sélectivité Langoustine – 2006-2007, SELECT bis – 2009, PRESPO et SDP – 2011) et européens (programme NECESSITY – 2005).

La mise en œuvre du plan d'urgence merlu (plan « merlu ») en 2002 a galvanisé la recherche sur la sélectivité de cette pêcherie (Parlement Européen, 2001). Les essais menés de 2002 à 2004 se sont concentrés sur la limitation des rejets de merlu (Meillat et Morandeau, 2001; CNPMEM, 2004), tandis que la sélectivité relative à la langoustine a été plus largement étudiée à partir de 2005 (Guigue, 2006; Guigue, 2007). En 2012, le merlu HT et la langoustine HT constituaient encore respectivement 22.7%

et 19.9% en poids des rejets totaux de la flottille exerçant dans le golfe de Gascogne (Cornou *et al.*, 2013).

A partir de 2000, la règlementation a fait passer le maillage minimum des chaluts à langoustine de 55 mm à 70 mm jauge (CE n°850/98 : art. 4, 6-9). Le plan « merlu » force le maillage de l'ensemble du chalut à 100 mm jauge au sein de la zone dite « box merlu » (CE n°494/2002 : art. 5, art.6) (Figure II.2.1). Depuis 2005, les professionnels peuvent déroger à cette dernière obligation par la mise en place d'un dispositif sélectif règlementaire : un panneau à mailles carrées de 100 mm étirée, mesurant 2 m par 1 m et positionnée dans la partie dorsale de la rallonge (CE n°850/98, 2723/1999 et 724/2001, et Circulaire DPMA/SDPM/C2 006-9604). Pour la suite de ce rapport, ce dispositif sera désigné comme « PMC merlu ».

En 2006, la taille minimum au débarquement de la langoustine du golfe de Gascogne est passée de 85 à 90 mm (longueur totale – LT). Depuis 2008, les navires pêchant plus de 50 kg de langoustine par jour doivent être titulaires d'une licence de pêche qui impose l'usage de l'un des quatre dispositifs sélectifs suivant : un cul de chalut en maillage de 80 mm jauge, une grille sélective aux barreaux espacés de 13 mm, un PMC de 60 mm jauge positionné sur la partie ventrale de la rallonge et mesurant 3 m par 1 m minimum– désigné ensuite comme « PMC langoustine », ou un cylindre à mailles tournées de 45° (arrêtés du 09/12/11 et du 25/11/10). Ces dispositifs ont été sélectionnés parmi l'ensemble des dispositifs testés depuis 2005.

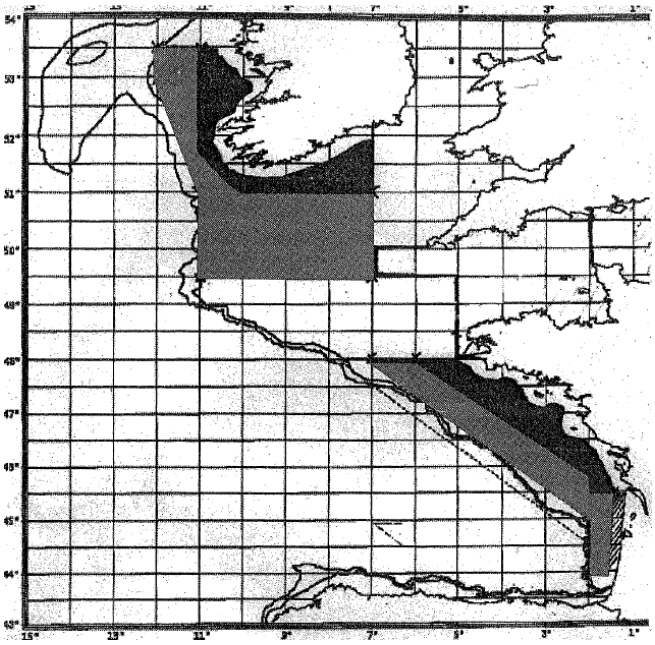


Figure II.2.1. Localisation des zones dites « box merlu » (*en gris) dans le golfe de Gascogne et en mer Celtique, et des zones à l'intérieur de ces boxes où la pêche de la langoustine au 70 mm est autorisée* (*en noir) avec un suivi des captures par un observateur embarqué.* (*Image reproduite du journal Le Marin en date du 11 mai 2001).*

Les dispositifs développés prennent en compte les connaissances existantes sur le comportement des espèces visées par la pêcherie. Ainsi, la langoustine a une capacité de nage limitée et un comportement passif une fois capturée par le chalut (Newland et Chapman, 1989). Le merlu tente de s'échapper par la partie dorsale du chalut, à travers les mailles du filet (Frandsen *et al.*, 2010).

2.2. NAPPES SEPARATRICES

Les chaluts à nappes séparatrices pour la pêcherie de langoustine du golfe de Gascogne et de mer Celtique ont été testés entre 1985 et 1988 (Charuau, 1985; Charuau, 1988). Trois tailles de nappes différentes (petite, moyenne et grande) ont été testées, celles-ci étant maintenues à mi-hauteur du chalut à l'aide de garcette (Figure II.2.2). Le dispositif permet une bonne séparation des espèces (Tableau II.2.1) : le merlu est retrouvé dans la poche haute et la langoustine dans la poche basse du cul de chalut. Sa sélectivité n'a pas été évaluée à l'époque, l'objectif étant dans un premier temps de séparer les espèces et non de modifier la sélectivité.

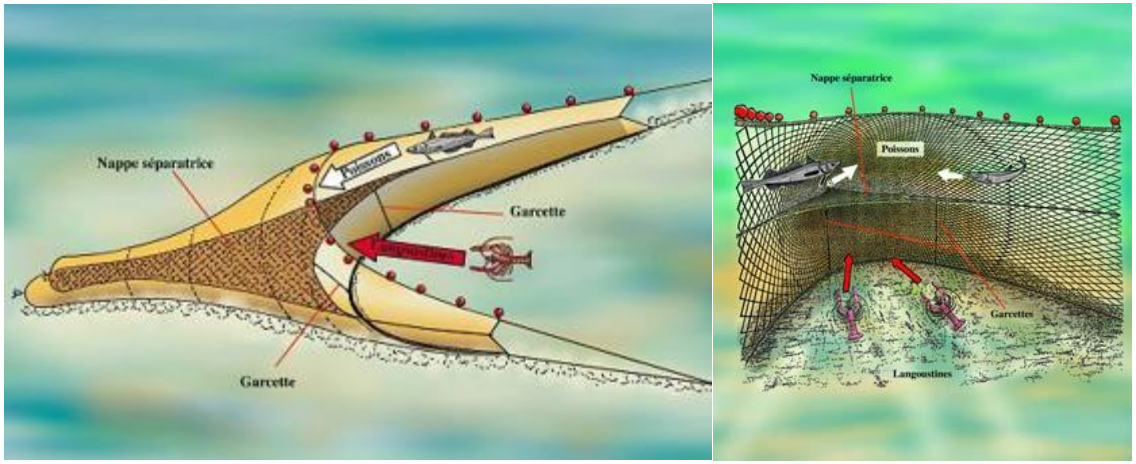


Figure II.2.2. Représentation graphique du chalut à mailles séparatrices pour la pêcherie de langoustine (*source : www.ifremer.fr)*

Tableau II.2.1. Récapitulatif des essais menés sur l'usage des nappes séparatrices pour les chalutiers langoustiniers.

Caractéristiques de la nappe séparatrice	Séparation (%)		Séparation des espèces accessoires	Pertes commerciales	Nb traits	REFERENCE
	Merlu:	Lang. :				
Taille de maille de la nappe séparatrice : 50 mm jauge						
Dimension inconnue	90	93	NA	NR	16	(Charuau, 1985)
Grande : partie des ailes, grand dos, petit dos, gorget, rallonge et cul	NR		*poche basse :* baudroie et cardine *poche haute :* chinchard, tacaud et merlan bleu	infimes: Lang. -1,8% Merlu : -1,2%	NR	(Charuau, 1988)
Moyenne : partie du grand dos, petit dos, gorget, rallonge et cul	[58,3 ; 93,4]	[91,5 ; 100]			10	
Petite : partie du grands dos, petit dos, gorget, rallonge et cul	[35 ; 80]	[91,5 ; 100]			5	

NR : non renseigné

2.3. MAILLAGE, MATERIAU ET MONTAGE

Les culs de chaluts des langoustiniers sont traditionnellement montés en double fil. De 1960 à 1980, le matériau traditionnel était le nylon, ou polyamide (PA), avant d'être remplacé par le polyéthylène (PE) à partir de 1980. Depuis 2002 des travaux sont menés sur l'utilisation du Breizline, un fil de PE à haute ténacité, plus rigide que le PE et plus stable dans l'eau de mer (G. Loth et F. Morandeau, comm. pers.). Les tailles de mailles ont pour leur part évoluées au cours du temps en fonction de la règlementation. La longueur et la circonférence du cul de chalut jouent également un rôle dans les propriétés sélectives de celui-ci. Les travaux présentés ici portent sur la modification du maillage, du montage et du matériau du cul de chalut.

Sélectivité merlu

Les **maillages** testés entre 1967 et 1976 indiquent une augmentation moyenne de 2.95 cm de la valeur du L50 pour une augmentation de 10 mm de la taille de maille étirée entre 62 et 100 mm pour un chalut en PA double fil (Tableau II.2.2).

- Paramètres de sélectivité :

A maillage équivalent (65 mm jauge), **le PA affiche de meilleurs résultats que le PE**, avec une augmentation du L50 (+4 cm) et du coefficient de sélectivité (CS) (+0.6) pour le merlu (Tableau II.2.3). A maillage équivalent (67 mm) et longueur de poche équivalente (100 mailles), le **montage du cul de chalut en PA fil simple** augmente la valeur du L50 (+2.7 cm en moyenne) et du CS (+0.4 en moyenne) par rapport à un montage en PA fil double (Tableau II.2.3). **L'augmentation de la longueur de la poche** de 100 à 150 mailles améliore la sélectivité selon les résultats obtenus : pour les poches en PE fil simple, la valeur du L50 augmente de 1.4 cm et le CS diminue de 0.3. Par contre, pour les poches en PE fil double la valeur du L50 augmente de 7.1 cm mais le CS augmente également (+1.2) (Tableau II.2.3). Enfin, les valeurs de L50 obtenues avec un cul court (50 mailles) en **Breizline double fil de 70 mm jauge** sont comprises entre 15.92 cm et 19.6 cm (Tableau II.2.3).

- Echappements :

Dans le cadre d'une étude de sélectivité, le **chalut traditionnel en PE double fil de 65 mm** de maille laisse échapper 70% en nombre des petits merlus (<30 cm). Un chalut identique monté en fil simple permet de doubler l'échappement des petits individus (-51% en nombre de merlu <30 cm par rapport au chalut traditionnel) et limite celui des individus TC (+45% en poids de merlu >30 cm par rapport au chalut traditionnel) (Morandeau, 1997). Une **réduction de la longueur de la poche de 150 à 100 mailles** réduit l'efficacité du montage en fil simple de 30% en nombre pour l'échappement des petits

merlus (<30 cm) mais améliore l'échappement des petites langoustines (<24 mm LC) de 56% en nombre (Morandeau, 1997). Les captures de merlu TC (>30 cm) réalisées avec un cul de chalut en PE fil simple de 100 mailles de longueur augmentent de 42% en poids par rapport au cul de chalut traditionnel.

Tableau II.2.2. Influence de la taille de maille sur les paramètres de sélectivité des culs de chalut à bord des chalutiers langoustiniers, pour le merlu (reproduit de Fonseca et al., 1999)

Matériau	Taille de maille (mm)	L50 (cm)	SR (cm)	CS	Date	Méthode	Référence
PA2	63,4	21,9	-	3,5	1967	poche couvrante	(Dardignac *et al.*, 1968)
	62,2	21,3	4,4	3,4	1967	dorsale	
	84,4	30,6	5,8	3,6	1967		
	83,8	35	7,8	4,2	1967		
	83,3	28,9	14,1	3,5	1967		
	84,1	26,9	3,3	3,2	1967		
	102,2	39,3	3,2	3,8	1967		
	100,6	39,3	5,5	3,9	1967		
	99,2	38,8	3,2	3,9	1967		
	99,5	35,9	5,2	3,6	1967		
	99,5	-	-	4,9	1967		
PA2	66,94	26,6	7,3	3,9	1974	poche couvrante	Thalassa 1992
	66,45	26,9	9,4	4	1974		
PA1	42,53	15	4,7	3,5	1976	poche couvrante	(Brabant et Guillou, 1976)
	42,53	18,5	7,2	4,4	1976		
PA2	62,8	29,1	13,5	4,6	1968	poche couvrante	(Dardignac *et al.*, 1968)
	62,8	26,6	12	4,3	1968	traits alternés	
	62,8	35	16,7	5,6	1968	cul pantalon	

PA1 = Nylon fil simple; PA2: nylon fil double

Tableau II.2.3. Influence du matériau constitutif et de la longueur de la poche sur les paramètres de sélectivité des culs de chalut à bord des chalutiers langoustiniers, pour le merlu. Le mode expérimental et le nombre de traits réalisés sont précisés.

Configuration			Protocole exp.	Mode exp. (nb traits)	L50 (cm LT)	CS	Rejets + : réduction - : augmentation	Captures + : augmentation - : réduction	Référence
Matériau	Long. (nb mailles)	Maille (mm)							
PE2	150*	65.30*	ES	CJ (9)	23.5	3.6	-- (M) -- (L)	- (L) --- (M)	(Morandeau, 1997)
	100	66.69	ES	CJ (28)	16.38	2.44	NR	-- (L) - (M)	(Morandeau, 1998)
PA1	150	66.56	ES	CJ (NR)	24	3.6	+++ (L, M)	-- (L) ++ (M)	(Morandeau, 1997)
PE1	150	66.47	ES	CJ (NR)	20	3.00	- (L) ++ (M)	-- (L) +++ (M)	(Morandeau, 1997)
	100	67.87	ES	CJ (NR)	16.92-19	2.49 -2.80	++ (L) ++ (M)	-- (L) + (M)	(Morandeau, 1997)
	100	67	ES	CJ (29)	20.31	3.03	NR	- (L) - (M)	(Morandeau, 1998)
Bzl2	50	70	ES	CJ (10)	15.92	0.22	++ (L)	-- (L) - (M)	(Morandeau et Meillat, 2002;
	NR	70	ES	CJ (NR)	19.6	2.75	NR	NR	Morandeau *et al.*, 2006)

nb mailles : nombre de mailles ; ES : Etude de sélectivité, CS : coefficient de sélectivité, CJ : chalut jumeaux, NR : Non Renseigné, M : merlu, L : langoustine
PA1 = Nylon fil simple; PE2 = Polyéthylène fil double ; PE1 = Polyéthylène fil simple ; Bzl2 = Breizline fil double
* Cette configuration correspond au chalut traditionnel employé sur les chalutiers langoustiniers avant 2000.

Sélectivité langoustine

- Paramètres de sélectivité

Pour **un cul de chalut en PA double fil**, l'augmentation de la taille de maille de 45 mm à 60 mm permet d'augmenter la valeur du L50 de la langoustine de 9.9 mm (de 23.7 mm à 32.6 mm LC). Les autres essais menés ne permettent pas de statuer sur l'influence de l'augmentation de la taille de maille sur la sélectivité de la langoustine. En effet, celles-ci sont associées à des modifications de montage ou du matériau qui limitent les capacités d'analyse des résultats obtenus (Tableau II.2.4 et Tableau II.2.5).

Les plus faibles valeurs de L50 sont obtenues avec les **culs de chalut de 100 mailles de longueur montés en Breizline fil simple et double** de 67 mm de maille (L50 = 15.51 mm LC), qui sont associées à de forte valeurs du CS (2.31 et 2.32 respectivement) (Tableau II.2.4). A l'opposé, le cul de chalut en PA fil simple de 74.6 mm de maille donne la plus forte valeur de L50, à 36 mm LC (Tableau II.2.5). La longueur de ce dernier cul de chalut n'est cependant pas renseignée.

- Echappements

Dans une étude de sélectivité, le **chalut traditionnel en PE fil double de 65 mm de maille** laisse échapper 57% en nombre de petites langoustines (<24 mm LC) et retient 37% en poids des langoustines >24 mm (LC). Un **cul de chalut en Breizline double fil de 70 mm** de maille permet un échappement supplémentaire de 11% des langoustines HT (inf. à 9 cm LT) par rapport à un cul de chalut de même maillage en PE double fil ; la correspondance en poids n'est pas précisée (Guigue, 2006). L'étude de la sélectivité de ce cul de chalut indique un échappement total de 64% en nombre de petites langoustines (<25 mm LC) et de 31% en poids d'individus TC (>25 mm LC) (Morandeau et Meillat, 2002). Une autre série d'essais n'indique pas d'amélioration de l'échappement des langoustines HT (<9 cm LT) pour une augmentation de 10 mm de la taille de maille (**Breizline double fil 80 mm**) (Guigue, 2006).

Tableau II.2.4. Récapitulatif des expériences menées sur l'influence de la taille de maille sur la sélectivité des culs de chaluts à bord des chalutiers langoustiniers, pour la langoustine (reproduit de Fonseca et al., 1999).

Matériau	Taille de maille (mm)	L50 (mm LC)	SR (cm)	CS	Date	Méthode	Référence
PA2	45.3	25.2	7	0.56	1978	poche couvrante	(Charuau, 1978)
	45.8	24.8	9	0.54	1978		
	46.6	21.3	15	0.46	1978		
	59.3	32.6	17	0.55	1978		
PA1	70.4	33.2	20	0.47	1978	poche couvrante	(Charuau, 1978)
	74.6	31.4	15	0.42	1978		
	74.6	36	23	0.48	1978		
Non noué	77.7	40.9	17	0.53	1978	poche couvrante	(Charuau, 1978)

PA1 = Nylon fil simple; PA2 = Nylon fil double

Tableau II.2.5. Récapitulatif des expériences menées sur l'influence du matériau et de la taille de maille sur la sélectivité des culs de chaluts à bord des chalutiers langoustiniers, pour la langoustine.

Configuration			Protocole exp.	Mode exp. (nb traits)	L50 (mm LC)	CS	Rejets + : réduction - : augmentation	Captures + : augmentation - : réduction	Référence
Matériau	Long. (nb mailles)	Maille (mm)							
PA1	150	66.56	CC*	CJ (NR)	-	-	++ (L)	-- (L)	(Morandeau, 1997)
PE2	100	66.69	ES	CJ (28)	15.51	2.32	NR	NR	(Morandeau, 1998)
	150	65.30	ES	CJ (NR)	-	-	++ (L)	-- (L) - (M)	(Morandeau, 1997)
PE1	100	67	ES	CJ (29)	15.51	2.31	++ (L)	- (L) - (M)	(Morandeau, 1997; Morandeau, 1998)
	150	66.47	CC*	CJ (NR)	-	-	- (L)	-- (L)	(Morandeau, 1997)
Bzl2	50	70	ES	CJ (10)	23.5	0.33	++ (L)	-- (L) - (M)	(Morandeau et Meillat, 2002; Morandeau *et al.*, 2006).
	NR	70	ES	CJ (NR)	26.2	0.37	NR	NR	
Bzl	NR	80	CC**	CJ (16)	-	-	+ (L)	- (L)	(Guigue, 2006)

nb mailles : nombre de mailles ; ES : Etude de sélectivité, CC : comparaison de captures, CS : coefficient de sélectivité, CJ : chalut jumeaux, NR : Non Renseigné, M : merlu, L : langoustine
PA1 = Nylon fil simple; PA2 = Nylon fil double ; PE1 = Polyéthylène fil simple ; PE2 = Polyéthylène fil double ; Bzl1 : Breizline fil simple ; Bzl2 : Breizline fil double
* le chalut témoin est monté en PE2, de même taille de maille et de même longueur ; ** le chalut témoin est en Breizline de 70 mm de maille, de même longueur et circonférence que le chalut sélectif.

Conclusions

A ce jour, le PA ne convainc plus les professionnels car plus cher et plus fragile à long terme que le PE (Morandeau, 1997; Morandeau, 1998). Les essais menés entre 1968 et 1999 portent sur des tailles de mailles qui, pour partie, ne sont plus réglementaires. Ils fournissent cependant une base de comparaison avec les maillages actuels (70 mm et 100 mm).

Pour un même matériau et une même longueur de poche, le montage en fil simple n'améliore pas les valeurs de L50 et de CS pour la langoustine par rapport à un montage en fil double. Il permet par contre de doubler l'échappement du merlu HT en nombre d'individus et d'augmenter légèrement les valeurs du L50 et du CS de l'espèce. La réduction de la longueur de la poche de 150 à 100 mailles limite les propriétés sélectives de l'ensemble des culs de chalut testés. Enfin, le bénéfice d'une augmentation de la taille de maille pour la sélectivité est net pour des culs de chalut en PA mais pas pour ceux montés en Breizline.

Le Breizline améliore l'échappement de la langoustine HT (<9 cm LT) de 11% par rapport à un chalut en PE. Pour une même taille de maille, ce matériau améliore les valeurs du L50 de la langoustine. L'échappement associé des individus TC (>9 cm LT) est de 31% en poids (Guigue, 2006). Par contre, le Breizline fil double réduit légèrement la valeur du L50 du merlu pour une même taille de maille par rapport à un cul de chalut en PE fil double (Morandeau, 1997). Les auteurs ont conclu que le matériau reste un facteur secondaire par rapport à l'influence de la longueur de la poche et du volume de la capture sur l'échappement des petits de merlu pour les chalutiers langoustiniers (Morandeau, 1997; Morandeau, 1998).

2.4. PANNEAUX A MAILLES CARREES

Les panneaux à mailles carrées (PMC) visent traditionnellement à l'échappement des individus HT sur la base de leur comportement à l'intérieur du chalut : le merlu tente de s'échapper vers le haut tandis que la langoustine « roule » passivement vers le cul du chalut (Frandsen *et al.*, 2010). Pour la langoustine, plus encore que pour d'autres espèces, la sélectivité est principalement liée à la taille des individus, et régie par la taille et la forme de la maille (Morandeau, 1997; Morandeau, 1998).

Panneaux à mailles carrées merlu

Le Tableau II.2.6 recense l'ensemble des expérimentations menées sur l'efficacité du PMC pour l'échappement des merlus HT entre 1991 et 2009. Les tests se concentrent sur la position du dispositif dans le chalut et sur ses dimensions, allant de 1 m x 2 m à la totalité de la partie dorsale de la rallonge

(Charuau *et al.*, 1991; Charuau *et al.*, 1992; Meillat *et al.*, 1995; Morandeau, 1999a; Meillat et Morandeau, 2001).

Depuis 2005, le PMC merlu de 1 m x 2 m minimum , de maille 100 mm jauge et placé sur la face dorsale du gorget est obligatoire pour les navires de cette flottille exerçant dans le golfe de Gascogne (CE, 2005) (Figure II.2.3). Sa simplicité et son faible coût le rendent attractif pour les professionnels. Il permet un échappement de 21% en nombre des merlus HT (<27 cm) en moyenne par rapport à un chalut identique sans dispositif sélectif (Meillat et Morandeau, 2001).

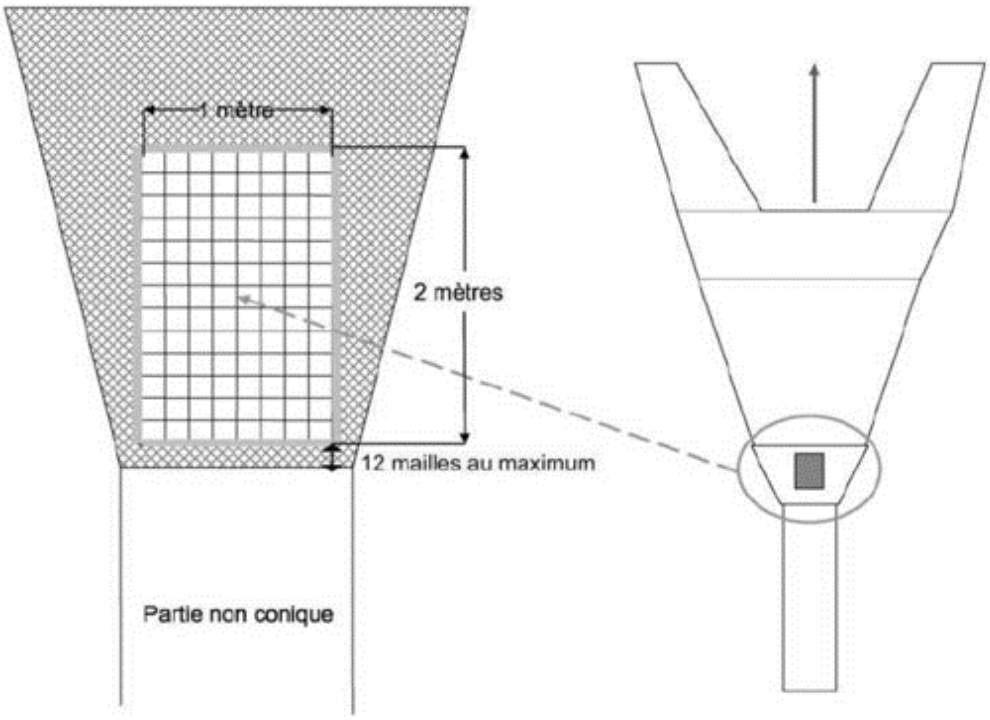


Figure II.2.3. Le dispositif MCM tel qu'adopté par la règlementation. Le panneau à mailles carrées est positionné sur la face dorsale du gorget. La maille retenue est de 100 mm jauge (*reproduit de Guigue, 2006)*

Tableau II.2.6. Récapitulatif des expériences menées sur la sélectivité des panneaux à mailles carrées pour le merlu.

Configuration (position/taille de maille/dim. /matériau)	Protocole exp.	Mode exp. (nb traits)	CS	L50 (cm)	Rejets + : réduction - : augmentation	Captures + : augmentation - : réduction	Référence
Rallonge, face dorsale							
- 30 mm côté/Rallonge entière/PA	CC	CJ (6)	-	-	++ (M)	-- (L)	(Charuau *et al.*, 1991; Charuau *et al.*, 1992)
- 30 mm côté/Demi rallonge/PA	CC	CJ (6)	-	-	+ (M)	+ (L)	
- 35 mm côté/Rallonge entière /PA	CC	CJ (14)	-	-	+ (M)	+ (L)	(Charuau *et al.*, 1991; Charuau *et al.*, 1992)
- 60 mm côté/Rallonge entière/PA	CC	CJ (14)	-	-	+ (M)	+ (L)	
- 65 mm jauge/Rallonge entière/NR	CC	CJ (13)	-	-	+ (M)	+ (L)	(Meillat *et al.*, 1995)
- 120 mm jauge/Rallonge entière/ PE	CC	CJ (15)	-	-	+ (M)	NR	(Meillat *et al.*, 1995)
- 80 mm vide de maille/3 m/NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	(Meillat et Morandeau, 1997) (Morandeau, 1999b) (Brabant *et al.*, 2001)
Rallonge, côtés							
- 40 mm vide de maille/2 x 3.36 m/PE	ES/CC	CJ (20)	2.96	21	NR	NR	(Morandeau *et al.*, 2006)
Gorget, face dorsale							
- 90 mm jauge/1 m x 2 m/NR	CC	CJ (15)	-	-	++ (M) + (au.)	-- (M) - (L)	(Meillat et Morandeau, 2001)
- 90 mm jauge/1.25 m x 2 m/PE	CC	CJ (5)	-	-	+ (M)	-- (M) + (au.)	(Meillat et Morandeau, 2001)
- 100 mm jauge/1 m x 2 m/NR	CC	CJ (580)	-	-			(CNPMEM, 2004)

ES : Etude de sélectivité, CC : comparaison de captures, CS : coefficient de sélectivité, CJ : chaluts jumeaux, TP : traits parallèles, NR : Non Renseigné, M : merlu, L : langoustine, au. : autres espèces

En 2004 dans le cadre du programme NECESSITY (« NEphrops and CEtacean Species Selection Information and Technology »), le PMC est testé dans une nouvelle configuration : deux rectangles de 20 cm de hauteur par 3 m de long et de 70 mm à la jauge sont placés de chaque côté de la rallonge (Figure II.2.4) (Morandeau *et al.*, 2006). Les résultats obtenus indiquent une diminution des captures de merlu (-24% en poids,-29% en nombre), de langoustine (-11% en poids,-12% en nombre), de maquereau (-4% en poids, -17% en nombre) et de rouget barbet (-58% en poids, -76% en nombre) par rapport au chalut sans PMC latéraux. Les échappements par classe de taille ne sont pas précisés.

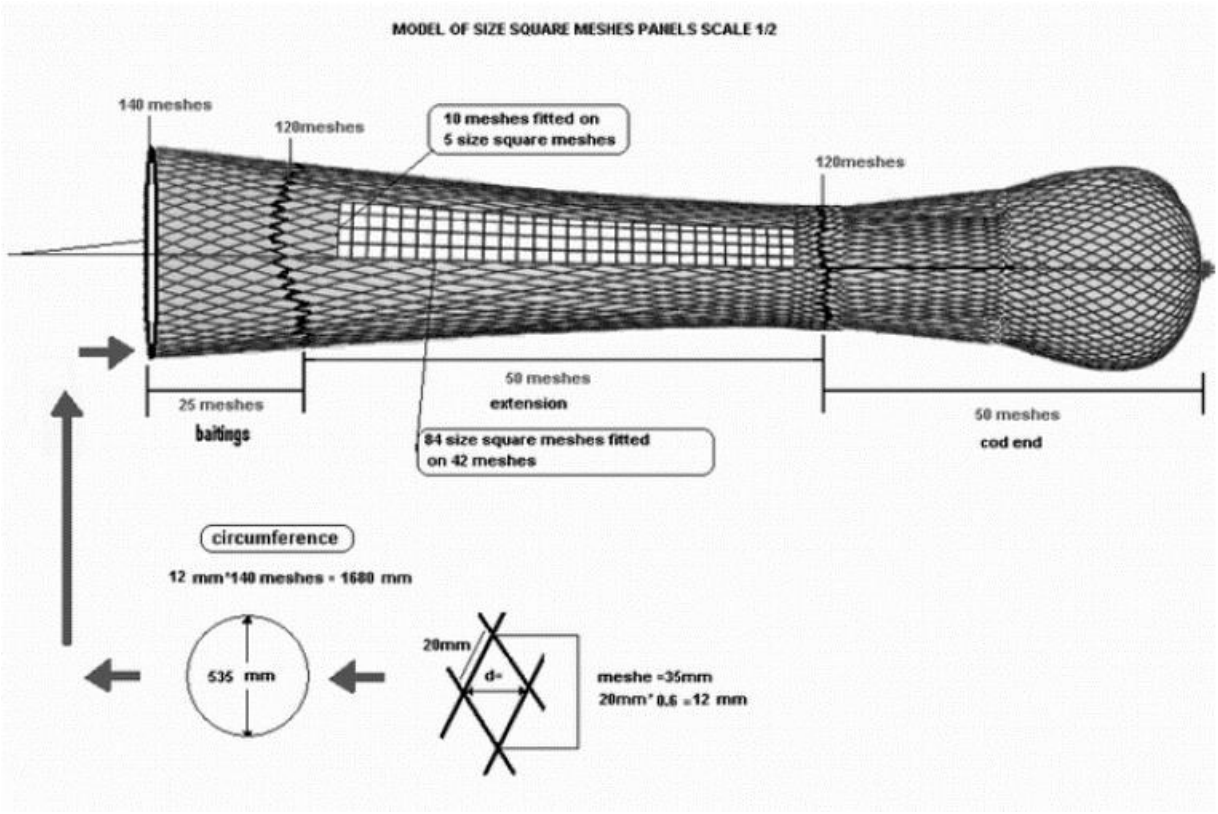


Figure II.2.4. Représentation schématique du chalut équipé de panneaux à mailles carrées latéraux (*reproduit de Morandeau* et al.*, 2006)*

Panneaux à mailles carrées langoustines

En 2006 et 2007, après la règlementation du PMC merlu, les professionnels et l'AGLIA (Association du Grand Littoral Atlantique) ont collaboré pour étudier l'intérêt d'un dispositif similaire pour la langoustine au cours du programme « Sélectivité Langoustine ». Le Tableau II.2.7 recense les expérimentations menées dans ce cadre. Le PMC est positionné sur la partie antérieure ventrale de la rallonge, du fait du comportement passif supposé de l'espèce, et « à 5 mailles minimum du haut de la partie droite », pour l'ensemble des expériences menées. Les échappements de langoustine HT (<9 cm TC) ne sont pas précisés.

Pour la fraction commerciale, l'addition d'un PMC de 60 mm de jauge en PE entraine un échappement moyen de 24% (±7%) des petites langoustines et de 11% des grosses langoustines en poids (Guigue, 2007). Quatre configurations ont été testées à 3 m, 2.5 m, 2 m et 1 m de longueur pour 1 m de large. De 2 m à 2.5 m de long, les résultats indiquent que l'échappement des petites langoustines commercialisables double tandis que celui des gros individus est équivalent (Guigue, 2006). Le dispositif sélectif homologué retiendra la taille de maille testée (60 mm jauge) pour le dispositif « PMC langoustine ». La longueur maximale (3 m) a été conservée pour la règlementation afin d'optimiser l'échappement.

Une seule position, dite « avant » ou « basse », a été testée au cours de ce programme. C'est-à-dire que le PMC est placé dans la partie antérieure de la rallonge, près du gorget (Figure II.2.5), en opposition à une position « arrière » où le PMC est placé à proximité du ou empiète sur le cul de chalut.

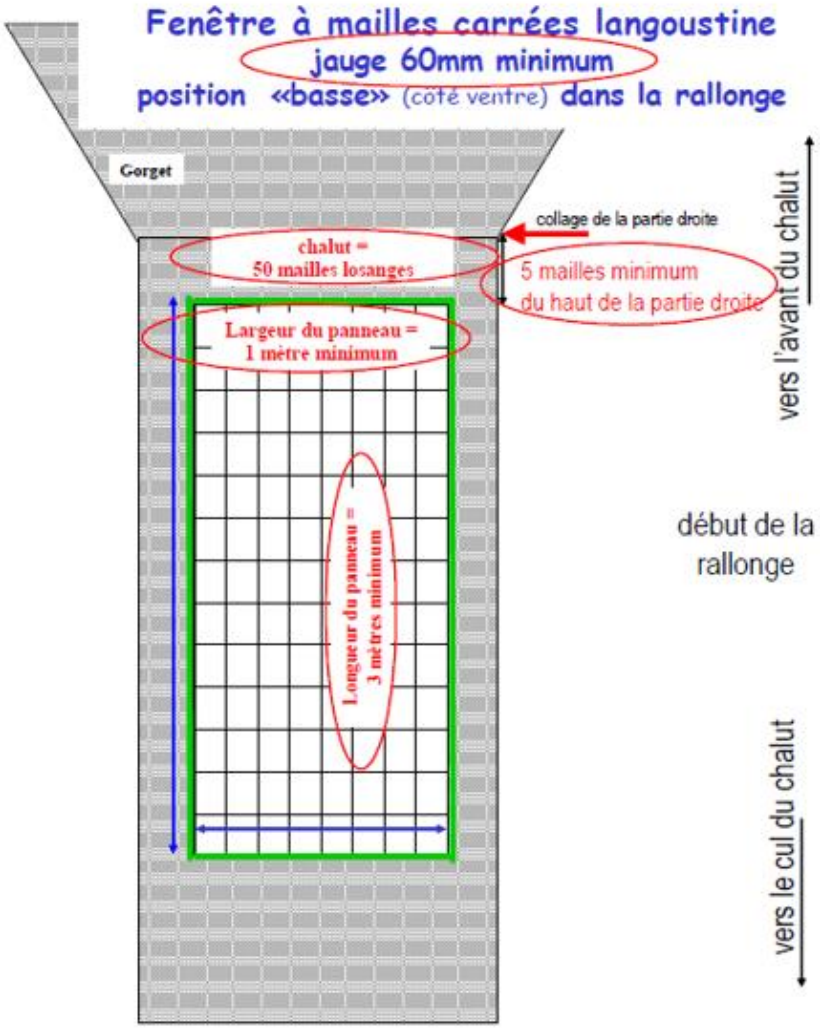


Figure II.2.5. Représentation schématique du dispositif MCL, positionné sur le dessous de la rallonge et testé au cours du programme « Sélectivité Langoustine » (reproduit de Guigue, 2007).

Tableau II.2.7. Récapitulatif des expériences menées sur la sélectivité des panneaux à mailles carrées pour la langoustine.

Configuration (position/taille de maille/dim./matériau)	Protocole exp.	Mode exp. (nb traits)	CS	L50 (mm LC)	Rejets + : réduction - : augmentation	Captures + : augmentation - : réduction	Référence
Rallonge, face ventrale							
- 50 mm jauge/3 m x 1 m/PE	CC	CJ (7/12)	-	-	++ (L)	- (L)	
- 55 mm jauge/3 m x 1 m/PE	CC	CJ (5/2)	-	-	NR	NR	
- 60 mm jauge/3 m x 1 m/PE	CC	CJ (92)	-	-	+ (L)	- (L)	(Guigue, 2006; Guigue, 2007)
- 72 mm jauge/2 m x 1 m/PE	CC	CJ (6)	-	-	++ (L)	- (L)	
- 72 mm jauge/3 m x 1 m/PE	CC	CJ (10/7/4)	-	-	++ (L)	- (L)	
- 72 mm jauge/1 m x 1 m/PE	CC	CJ (7)	-	-	- (L)	- (L)	
Rallonge, côtés							
- 40 mm vide de maille/2 x 3.36 m/PE	ES	CJ (NR)	0.49	34.9	NR	NR	(Morandeau *et al.*, 2006)

CC : comparaison de captures, CS : coefficient de sélectivité, CJ : chaluts jumeaux, NR : non renseigné, M : merlu, L : langoustine

Influence du matériau

En 2011, les propriétés sélectives d'une maille losange montée en T90 dans le gorget, en fil de Dynéema et en PE enduit de Polyuréthane (PU) ont été étudiées par rapport au PMC merlu en PE (programme PRESPO – « Pêche RESPOnsable »)) (Tableau II.2.8). Ces matériaux doivent limiter la déformation des mailles losange lors de la traction.

A maillage équivalent (60 mm coté), le Dynéema permet d'augmenter de 24% en moyenne l'échappement en poids de merlu TC (>27 cm), mais la variabilité observée ne permet pas de conclure sur l'intérêt du dispositif (écart-type de 236%). L'échappement des individus HT de l'espèce est inférieur à 20% en nombre. En particulier, le dispositif n'est pas efficace pour les individus <10 cm mais très efficace entre 19 cm et 27 cm. Enfin, l'influence du volume de capture est signalée : les plus forts échappements de petits individus sont obtenus lorsque les quantités capturées sont importantes (>500 ind HT) (Figarède et Delamare, 2011).

Le PE enduit produit des résultats similaires à ceux obtenus avec le Dynéema. Les captures de merlu >27 cm augmentent de 17% en poids selon les essais, mais la variabilité est forte (écart-type de 136%). L'échappement des petits merlus (<27 cm) augmente avec le volume de capture. Les essais indiquent que le PU enduit fait augmenter de 10% en nombre l'échappement des individus de 18 à 24 cm (Figarède et Delamare, 2011).

Ces deux dispositifs restent pour le moment au stade expérimental. Les professionnels notent des difficultés découlant de cette rigidité accrue (maillage des gros individus et colmatage pour le Dynéema, toxicité et délamination pour le PU enduit) (Figarède et Delamare, 2011).

Tableau II.2.8. Bilan des essais menés sur l'usage du T90, en PE enduit de PU et en Dynéema, comme substitut du PMC obligatoire placé dans le gorget pour l'échappement du merlu dans le golfe de Gascogne.

Configuration (position/taille de maille/dim./matériau)	Protocole exp.	Mode exp. (nb traits)	Rejets + : réduction - : augmentation	Captures + : augmentation - : réduction	Référence
*Gorget** 60 mm côté/2.16 m x 1.08 m/ PE enduit (PU)	CC	CJ (59)	+ (M)	+ (M)	(Figarède et Delamare, 2011)
Gorget* 60 mm côté/2.16 m x 1.08 m/Dynéema	CC	CJ (90)	+ (M)	+ (M)	(Figarède et Delamare, 2011)

CC : comparaison de captures, CJ : chaluts jumeaux

* le chalut témoin est équipé d'un PMC en PE non enduit de même dimensions.

Conclusions

Le PMC merlu est le dispositif sélectif actuellement obligatoire dans la flottille des chalutiers langoustiniers, pour son faible coût et sa facilité de mise en œuvre. La configuration choisie permet un échappement de 21% des individus HT en nombre mais le dispositif pourrait encore être amélioré,

pour augmenter l'échappement des individus HT et limiter celui des individus TC (Meillat et Morandeau, 2001). Pour la langoustine, Guigue (2007) souligne que de plus amples travaux sont nécessaires pour évaluer l'influence du montage sur l'efficacité du PMC, et en particulier de la position du PMC dans la rallonge. Les PMCs en position latérale n'obtiennent pas l'assentiment des professionnels car ils n'apportent pas d'amélioration significative par rapport au PMC merlu ; de plus, l'échappement des espèces accessoires comme le rouget est très important (Morandeau *et al.*, 2006). Les expérimentations récentes sur l'usage d'un panneau en T90 constitué de PE enduit ou de Dynéema indiquent une augmentation de l'échappement du merlu HT et limitent la déformation de la maille par rapport au PMC merlu (Figarède et Delamare 2011).

2.5. CYLINDRES A MAILLES CARREES

Le cylindre à mailles carrées découle des dispositifs de type PMC présentés au préalable dans cette section. Le Tableau II.2.9 recense les expériences conduites sur ce dispositif. Deux maillages différents ont été testés, en 70 mm et 62 mm jauge. Le cylindre est placé dans la partie antérieure de la rallonge et mesure 2 m de long (Figure II.2.6).

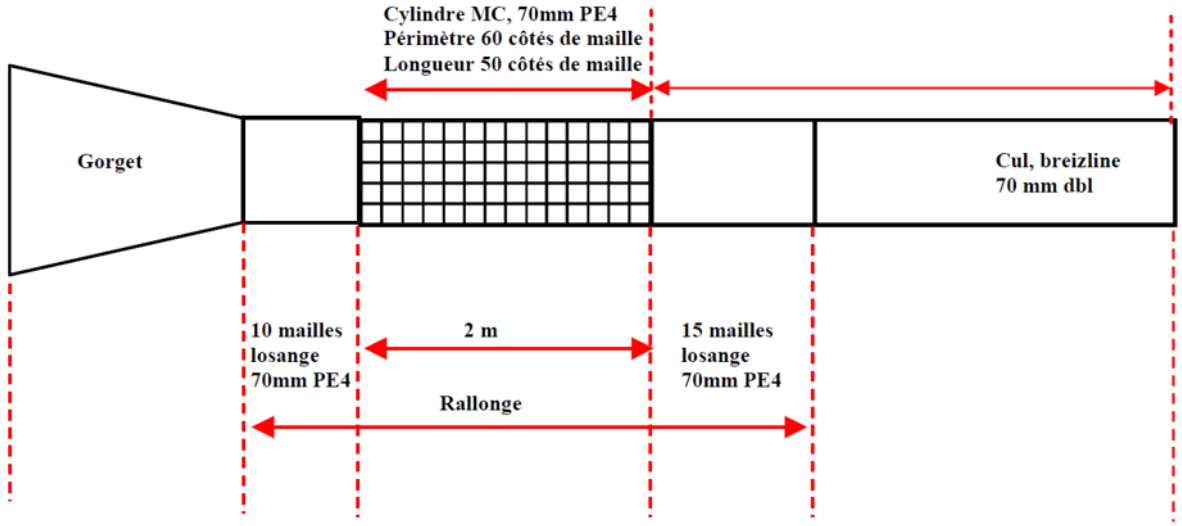


Figure II.2.6. Schéma de montage du cylindre à mailles carrées développé par l'Ifremer. Le schéma est celui du cylindre en maillage de 70 mm jauge. Pour le cylindre en 62 mm jauge, le périmètre est de 64 côtés de maille et la longueur de 54. (*Reproduit de Meillat et al., 2011)*

Le maillage de 62 mm entraine un échappement de 46% et de 3% en nombre des individus HT de merlu (<27 cm) et de langoustine (<9 cm) respectivement. Les échappements observés sur la fraction commercialisable atteignent 6% en poids pour le merlu et pour la langoustine. Le dispositif laisse également échapper 86% des petits maquereaux en nombre et 20% du merlan bleu en poids (Meillat *et al.*, 2011).

Le maillage de 70 mm favorise l'échappement des individus HT et limite celui des individus TC des deux espèces concernées par rapport à un chalut classique[2] (échappements : merlu (<27 cm) : -53% en nombre, merlu (>27 cm): -15% en poids, langoustine (<9 cm LT): -14% en nombre, langoustine (>9 cm LT) :-11% en poids). Par contre, le maillage de 70 mm entraine un échappement de 40% en poids de merlan bleu. Les essais réalisés n'ont pas permis de conclure sur l'échappement des petits maquereaux (Meillat *et al.*, 2011).

2.6. GRANDES MAILLES

Entre 2001 et 2003, les scientifiques s'intéressèrent à l'utilisation de grandes mailles (150 mm jauge), de type losange, T90 et carrée, en lieu et place des PMC traditionnels (Tableau II.2.10). Ces dispositifs permettent un échappement des merlus HT compris entre -8% en nombre (les essais menés sur un montage en T90 dans le gorget ont conclus à une augmentation des captures de merlu <27 cm), et 38% en nombre pour un panneaux à grandes mailles carrées de 1.9 m par 5 m placé dans le dos du chalut (Meillat et Morandeau, 2001; CNPMEM, 2004). Ce dernier dispositif réduit les rejets de 27% en poids, mais entraine un échappement estimé à 41% en poids de merlu TC (>27 cm) et à 28% en poids pour certaines espèces accessoires dont la sole TC (Meillat et Morandeau, 2001).

Des chaluts dont la totalité des parties antérieures (ailes et dos) est constituée de mailles de 150 mm jauge ont également été testés (Meillat et Morandeau, 2001; CNPMEM, 2004). Le chalut constitué de mailles de 110 mm jauge dans le grand dos et de 150 mm jauge dans les ailes permet l'échappement de 62% en nombre des merlus HT (<27 cm) et réduit les rejets de 32% en poids. L'échappement observé sur les individus TC est de 7% en poids pour le merlu (>27 cm), de 21% en poids pour les grosses langoustines et de 13% poids pour les petites, et de 38% en poids pour l'ensemble des autres espèces commerciales.

[2]*Chalut classique : PE simple de 4 mm, maille losange de 70 mm jauge et cul de chalut en Breizline double de même épaisseur et maillage.*

Tableau II.2.9. Récapitulatif des expériences menées sur la sélectivité du cylindre à mailles carrées pour la langoustine et le merlu.

Configuration (position/taille de maille/dim. /matériau)	Protocole exp.	Mode exp. (nb traits)	Rejets + : réduction - : augmentation	Captures + : augmentation - : réduction	Référence
Rallonge					
62 mm jauge/2 m/PE	CC	CJ (9)	++ (M) + (L) +++ (ma)	- (M) - (L) - (mb)	(Meillat *et al.*, 2011)
70 mm jauge/2 m/PE	CC	CJ (14)	++ (M) + (L) +++ (ma)	- (M) - (L) -- (mb)	(Meillat *et al.*, 2011)

CC : comparaison de captures, CJ : chaluts jumeaux, M : merlu, L : langoustine, ma : maquereau, mb : merlan bleu

Tableau II.2.10. Récapitulatif des expériences menées sur l'influence des grandes mailles sur la sélectivité des engins à bord des chalutiers langoustiniers.

Configuration (position/taille et type de maille/dim. /matériau)	Protocole exp.	Mode exp. (nb traits)	Rejets + : réduction - : augmentation	Captures + : augmentation - : réduction	Référence
Dos					
150 mm jauge MC/ 1.9 m x 5 m/ Dynéema	CC	CJ (6)	++ (M) + (au.)	-- (M) - (so)	(Meillat et Morandeau, 2001)
Gorget					
150 mm jauge T90/ 1 m x 3.84 m/ PE	CC	CJ (8)	+ (M)	- (M)	(Meillat et Morandeau, 2001)
150 mm jauge ML/ 1 m x 2 m/ NR	CC	CJ (127)	+ (M) + (ch, mb)	NR	(CNPMEM, 2004)
Grand dos et ailes					
150 mm jauge ML (ailes), 110 mm jauge ML (dos)/ totalité/ NR	CC	CJ (6)	+++ (M) ++ (au.)	-- (au.)	(Meillat et Morandeau, 2001)
150 mm jauge ML / totalité/ NR	CC	CJ (102)	+ (ch, mb)	NR	(CNPMEM, 2004)
150 mm jauge ML/ dos: totalité, ailes: face dorsale et partie antérieure face ventrale	CC	CJ (12)	+ (M) + (au.)	- (au.)	(Meillat et Morandeau, 2001)

CC : comparaison de captures, CJ : chaluts jumeaux, M : merlu, L : langoustine, so : sole, ch : chinchard, mb : merlan bleu, au. : autres espèces

2.7. GRILLES SELECTIVES

Les recherches sur la sélectivité des chalutiers langoustiniers s'orientent vers l'utilisation de grilles à partir de 2002, sur la base des bons résultats obtenus pour les pêcheries de baudroies (Meillat *et al.*, 1995) et pour la sauvegarde des juvéniles de plie et de morue dans le détroit du Pas-de-Calais (SAUPLIMOR, Anonyme, 2001). Ces dispositifs visent plus particulièrement l'échappement des individus HT de langoustine. Le Tableau II.2.11 recense les expériences menées sur la grille sélective entre 2002 et 2006.

Le programme ASCGG (« Amélioration de la Sélectivité des Chaluts du Golfe de Gascogne », 2002-2004) (CNPMEM, 2004) est le premier programme extensif d'expérimentation sur la grille sélective. Les scientifiques s'intéressent à l'utilisation d'un matériau polymère léger, souple pour faciliter son stockage sur les enrouleurs, et résistant mieux aux déformations entrainées par la traction, le Polyuréthane *Ureol™*. Le prototype testé est constitué de barreaux carrés, arrangés « en quinconce » (Figure II.2.7) ; Quatre espacements de barreaux sont testés, à 13 mm, 15 mm, 18 mm et 20 mm. Les grilles sont montées sur la face ventrale des chaluts.

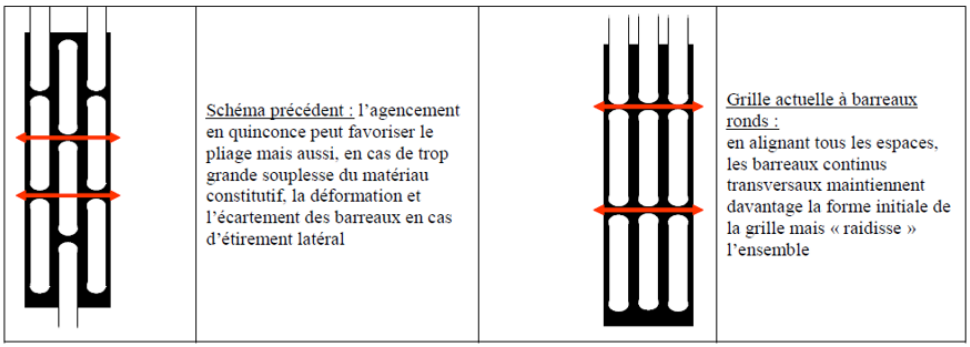


Figure II.2.7. Représentation des agencements de grille, en quinconce (à gauche) tel que conçu pour le programme ASCGG, et aligné (à droite) comme pour le programme « Sélectivité Langoustine » (reproduit de Guigue, 2006)

Les grilles aux barreaux espacés de 13 mm et montées inclinées (Figure II.2.8) ont obtenu un échappement moyen de langoustine HT (<8.5 cm LT) de 36% en nombre, contre 57% pour les grilles aux barreaux espacés de 15 mm. Les auteurs évaluent que l'échappement de petites langoustines commercialisables (≥8.5 cm LT) ne dépasse pas 0,35 kg à l'échelle d'une journée de pêche avec la grille à barreaux espacés de 13 mm.

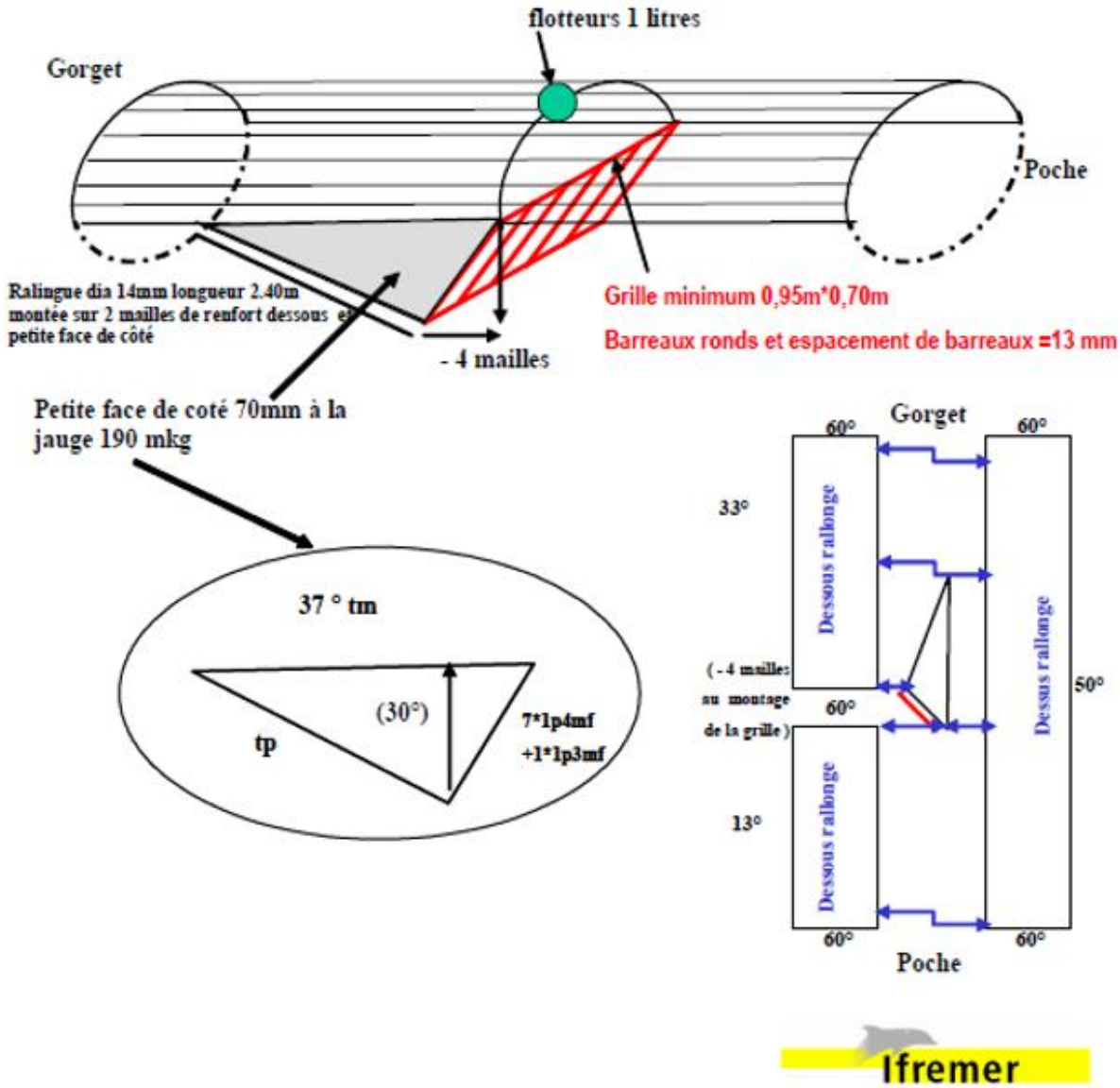


Figure II.2.8. Plan de montage de la grille sélective élaborée pour les programmes ASCGG et « Sélectivité Langoustine » par les ingénieurs en technologie des pêches de la station Ifremer de Lorient (reproduit de Guigue, 2007).

Tableau II.2.11. Récapitulatif des expériences menées sur l'usage de grilles sélectives à bord des chalutiers langoustiniers. Les valeurs de L50 et de CS rapportées concernent la langoustine.

Grille (matériau, espacement, type de barreaux, position et montage dans la rallonge)	Protocole	Mode exp. (nb traits)	CS	L50 (mm LC)	Rejets + : réduction - : augmentation	Captures + : augmentation - : réduction	Référence
PU quinconce 20 mm, barreaux rectangulaires							
Position ventrale, inclinée ***	ES	CJ (NR)	0.33	23.32	+++ (L) + (ch, mb)	+ (L)	(Morandeau et Meillat, 2002)
redressée ***	ES	CJ (NR)	2.18	32	+++ (L) + (ch, mb)	-- (L)	(Morandeau et Meillat, 2002)
Position ventrale, inclinée **	ES	CJ (NR)	1.55	31	NR	NR	(CNPMEM, 2004)
à plat **	ES	CJ (NR)	-	-	NR	NR	(CNPMEM, 2004)
Position ventrale, inclinée *	CC	CJ (19)	-	-	+++ (L) + (ch, mb)	- (L)	(CNPMEM, 2004)
à plat *	CC	CJ (16)	-	-	++ (L) + (ch, mb)	- (L)	(CNPMEM, 2004)
PU quinconce 18 mm, barreaux rectangulaires							
Position ventrale, inclinée *	CC/CS	CJ (52)	1.50	28	++ (L)	- (L)	(CNPMEM, 2004)
à plat *	CC	CJ (16)	-	-	+ (L)	- (L)	(CNPMEM, 2004)
PU, quinconce 15 mm, barreaux rectangulaires							
Position ventrale, inclinée *	CC	CJ	-	-	++ (L)	- (L)	(CNPMEM, 2004)
à plat *	CC	(112+)	-	-	++ (L)	- (L)	(CNPMEM, 2004)
NR, quinconce 15 mm, barreaux rectangulaires		CJ (NR)					
Position ventrale, à plat *	CC	CJ (32)	-	-	+ (L)	+ (L)	(CNPMEM, 2004)
PU, aligné 15 mm, barreaux ronds							
Position ventrale, inclinée *	CC	CJ (7)	-	-	++ (L)	-- (L)	(Guigue, 2006)
PU, quinconce 13 mm, barreaux rectangulaires							
Position ventrale, inclinée *	CC	CJ (119)	-	-	+ (L)	- (L)	(CNPMEM, 2004)
PU, aligné 13 mm, barreaux ronds							
Position ventrale, inclinée*	CC/ES	CJ (55)	2	26.5	++ (L) ++ (M)	- (L)	(Guigue, 2006)

ES : étude de sélectivité, CC : comparaison de captures, CS : coefficient de sélectivité, CJ : chaluts jumeaux, L : langoustine, ch : chinchard, mb : merlan bleu, NR : non renseigné

*cul de chalut « règlementaire » en PE simple 70 mm jauge. **cul de chalut en Breizline double70 mm jauge *** cul de chalut en PE double fil 70 mm jauge.

La poursuite de l'expérimentation au cours des programmes NECESSITY (2004-2006) et « Sélectivité langoustine » (2006-2007) a permis de réagir aux observations faites au cours du programme ASCGG. Des grilles de même dimensions (L=0,95 m et H=0,7 m) et matériau mais plus résistantes (PU *Ureol™*, dureté : 82 Shore A), aux barreaux ronds et aux espaces « alignés » (Figure II.2.7) ont été testées de manière extensive.

La grille aux barreaux espacés de 20 mm testée au cours du programme NECESSITY entraine un échappement en nombre de 87% des langoustines HT (<9 cm) et de 57% des merlus HT (<27 cm). L'échappement des individus TC atteint 62% en nombre pour la langoustine tandis qu'on observe un gain de 20% en nombre de merlu TC. Les équivalents en poids ne sont pas précisés (Morandeau *et al.*, 2006). Cet espacement de barreaux n'est pas adapté à la pêcherie.

Pour la grille aux barreaux espacés de 13 mm, ces modifications structurelles ont permis d'augmenter l'efficacité de la grille : l'échappement moyen est de 37% en nombre pour les langoustines <8.5 cm, de 12% en nombre pour les langoustine de 8.5 à 9 cm et de 1% en nombre pour les individus TC (Guigue, 2007). Les valeurs en poids ne sont pas disponibles.

Conclusions

Malgré les travaux menés pour augmenter de la dureté du PU, la résistance des grilles à l'usure reste le principal point d'amélioration. La position des grilles sur la face ventrale des chaluts entraine l'usure rapide du talon par frottement. Le renforcement du talon par deux bandes PA a été proposé (Guigue, 2007). Le PU *Ureol™* montre une résistance de 15 à 18 semaines d'utilisation avant obsolescence. Le coût d'entretien engendré par le dispositif le rend peu attractif pour les professionnels par rapport au PMC merlu. Pour améliorer l'échappement du poisson rond, les grilles seront par la suite repositionnées sur la face dorsale des chaluts. Le passage des grilles sur les enrouleurs a également été étudié pour améliorer la sécurité des hommes et pour permettre la généralisation de ce type de dispositif, en facilitant par exemple son adaptation à toutes tailles de portiques mais il n'existe pas de trace écrite de ces travaux (Morandeau, comm. pers.).A ce jour, les problèmes de rupture et de déformation de la grille persistent.

2.8. ASSOCIATIONS DE DISPOSITIFS

Etant donné l'objectif double de l'échappement des merlus et des langoustines HT, il est apparu naturel de tester l'efficacité de l'association des dispositifs développés spécifiquement. Les effets combinés d'une grille sélective et d'un PMC merlu ont été testés dès le programme ASCGG (CNPMEM, 2004) mais l'intérêt pour ce type de montage ne s'accroit réellement qu'à partir de 2009 (Tableau

II.2.12). Seuls les résultats récents sont présentés ici pour leur adéquation avec la législation en vigueur.

Panneaux à mailles carrées et grilles sélectives

En 2003 dans le cadre du programme ASCGG, les bénéfices du montage en série du PMC merlu obligatoire et d'une grille de 18 mm à barreaux carrés, positionnée à plat dans la face ventrale du cul de chalut sont testés. Les résultats sont donnés en échappement de langoustine par rapport à un chalut échantillonnant l'ensemble de la population (« chaussette »). Cette association permet un échappement de 48% en nombre des individus HT de langoustine (<8.5 cm). L'échappement des langoustines TC est plus important qu'avec la grille inclinée seule (25% en poids de langoustine de 8.5 à 10 cm), le dispositif n'est pas conservé.

A la suite de ce premier essai, l'association « PMC + grille » est reprise avec quelques modifications :

(i) la grille, en polymère EVAFLEX de 13 mm d'espacement, est montée dans la partie dorsale de la rallonge en position dite « inversée », ce qui la rend moins sensible à l'usure par contact avec le fond et facilite son maniement par les professionnels. Le dispositif casse moins souvent et passe mieux sur les enrouleurs (Méhault, 2011) ;

(ii) le PMC pour le merlu est déplacé dans la rallonge, directement en amont de la grille, pour profiter de l'effet « obstacle » de la grille et améliorer l'échappement des petits merlus ;

(iii) un PMC pour la langoustine est également ajouté à la rallonge pour optimiser l'échappement des petits individus de cette espèce (Figure II.2.9). Il en résulte un échappement respectif de 40% et 41% en nombre des individus HT de merlus et de langoustines, il n'y a pas d'échappement de langoustine TC et les captures de merlu TC augmentent de 13% en poids (Meillat *et al.*, 2011).

Les résultats sont exprimés en échappement supplémentaire par rapport à un chalut classique muni d'une rallonge en PE simple, de 70 mm jauge et de 120 mailles de périmètre, et d'un cul de chalut en Breizline double et de 70 mm de jauge. Dans le premier cas, le chalut témoin était équipé du PMC merlu règlementaire. Dans les deux autres cas, le chalut témoin était monté sans dispositif sélectif.

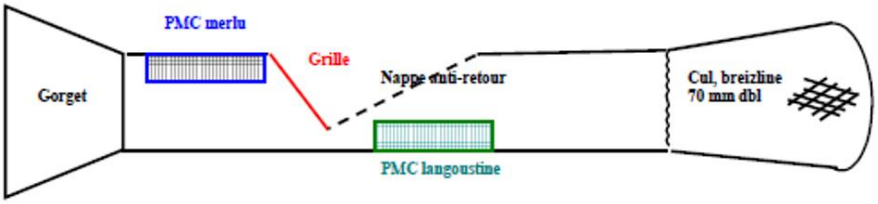


Figure II.2.9. Schéma de l'association de la grille sélective inversée à 2 panneaux à mailles carrées, l'un destiné à la sélectivité du merlu et placé en amont sur la partie dorsale de la rallonge, et le second pour la langoustine et placé en aval sur la partie ventrale de la rallonge (reproduit de Meillat et al., 2011).

Tableau II.2.12. Récapitulatif des expériences menées sur l'usage de dispositifs sélectifs montés en série à bord des chalutiers langoustiniers. Les valeurs de L50 et de CS concernent la langoustine.

Dispositifs associés	Protocole	Mode exp. (nb traits)	CS	L50 (mm, LC)	Rejets + : réduction - : augmentation	Captures + : augmentation - : réduction	Référence
PMC merlu et grille PMC : 100 mm jauge, 1 m x 2 m, gorget. Grille : 18 mm, position ventrale, à plat	ES	CJ (3)	1.5	28	+++ (L) + (ch, mb)	- (L)	(CNPMEM, 2004)
PMC : 100 mm jauge, 1 m x 2 m, gorget. Grille : 13 mm, position dorsale, inclinée, barreaux ronds	CC	CJ (84)	-	-	+ (M) + (L)	- (M) - (L)	(Méhault, 2011)
PMC merlu, grille et PMC langoustine PMC merlu : 100 mm jauge, 1.8 m x 2.4 m, gorget. Grille: 13 mm, position dorsale incline, inclinée. PMC lang. : 62 mm jauge, 1.24 m x 2 m, rallonge	CC	CJ (8)	-	-	++ (M) ++ (L) + (mb)	+ (M) - (L)	(Meillat *et al.*, 2011)
PMC et CMC PMC : 100 mm jauge, 2 m x 1 m, gorget. CMC : 68 mm jauge, 2 m, rallonge	CC	CJ (113)	-	-	+ (M) + (L)	- (M) - (L)	(Méhault 2011)
CMC, Grille et PMC CMC : 1/3 sup en 100 mm jauge, 2/3 inf en 70 mm jauge, 2 m, rallonge. Grille : 13 mm, position dorsale, inclinée, barreaux ronds. PMC : 62 mm jauge, 1 m x 1.5 m, rallonge.	CC	CJ (26)	-	-	++ (M) ++ (L)	- (M) - (L)	(Meillat *et al.*, 2011)
RES et CMC alignés Cône : 45 mm, CMC : 100 mm, 2 m. rallonge.	CC	CJ (3)	-	-	+++ (M) ++ (L)	-- (M) -- (L)	(Meillat *et al.*, 2011)
RES et CMC décalés Cône : 45 mm, CMC : 100 mm, 2 m. rallonge.	CC	CJ (2)	-	-	- (M) + (L)	++ (M) + (L)	(Meillat *et al.*, 2011)

ES : Etude de sélectivité, CC : comparaison de captures, CJ : chaluts jumeaux, CS : coefficient de sélectivité, L : langoustine, ch : chinchard, mb : merlan bleu

En 2011 pour le programme SPD (« Sélectivité et Pêche Durable ») de l'AGLIA, la position inversée de cette même grille est à nouveau testée dans un montage où seul le PMC merlu règlementaire est conservé (Figure II.2.10). Dans cette configuration, la grille entraine un échappement[3] plus faible des individus hors tailles (40% et 26% en nombre de merlu et langoustine HT respectivement) et des échappements des langoustines de tailles commercialisables plus importants (-10% en poids). Les captures de merlus commercialisables sont peu affectées (-2% en poids) (Méhault, 2011). Malgré l'effort expérimental déployé (84 traits réalisés), la variabilité reste forte.

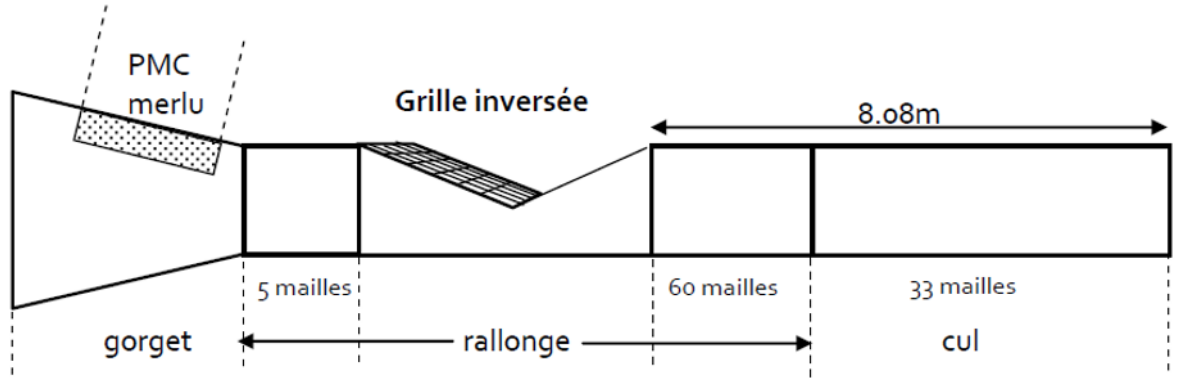


Figure II.2.10. Schéma de l'association d'un panneau à mailles carrées règlementaire pour la sélectivité du merlu et d'une grille sélective « inversée » telle que testée au cours du programme SPD (reproduit de Méhault, 2011).

Cylindre à mailles carrées langoustine et grilles sélectives

Dans la continuité des essais précédents, un cylindre à mailles carrées en 68 mm jauge et de 2 m de longueur, associé à un dispositif MCM et à un cul de chalut en 75 mm jauge est testé au cours du programme SPD en 2011 (Figure II.2.11). Par rapport à un chalut standard équipé du seul dispositif MCM, les échappements de merlu et de langoustine HT atteignent de 22% et 20% en nombre, pour un échappement en poids des individus TC de 2% pour le merlu et de 13% pour la langoustine (Méhault, 2011). L'auteur souligne que le niveau d'échappement semble augmenter avec le volume des captures.

[3]*Les résultats sont exprimés en échappement supplémentaire par rapport à un chalut classique équipé du dispositif PMC merlu, dont l'échappement total de merlu HT est estimé à 21% en nombre environ.*

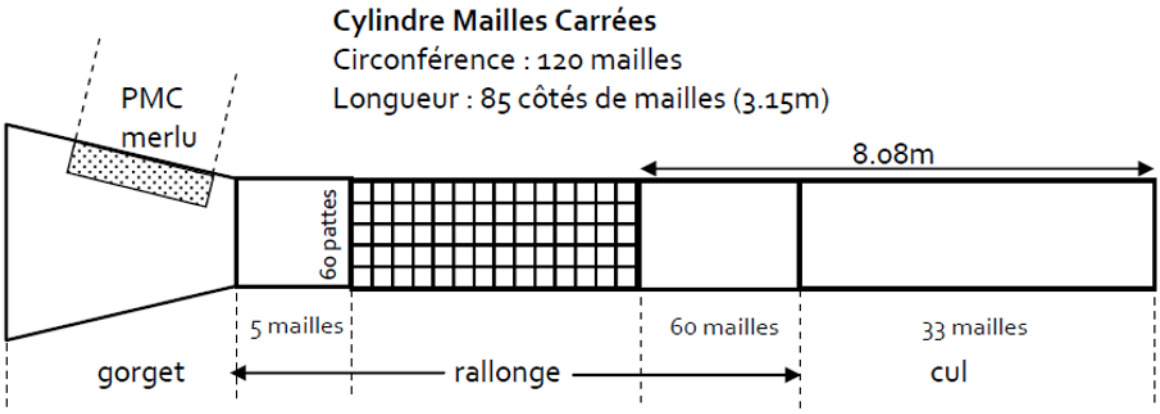


Figure II.2.11. Schéma de l'association d'un panneau à mailles carrées règlementaire pour la sélectivité du merlu et d'un cylindre à mailles carrées tel que testé au cours du programme SPD (reproduit de Méhault, 2011).

Une autre configuration testée met en œuvre un cylindre à mailles carrées modifié pour intégrer le PMC merlu, associé à une grille « inversée » et à un PMC langoustine. Le cylindre est conçu tel que son tiers supérieur est composé d'un maillage en 100 mm de jauge, qui est règlementaire pour l'échappement du merlu, tandis que les deux tiers inférieurs sont en maillage de 70 mm. La longueur réglementaire du PMC merlu (2 m) est conservée (Figure II.2.12). L'échappement obtenu est supérieur à celui du dispositif précédent, à 45% (+23) et 45% (+25) en nombre pour le merlu et la langoustine HT respectivement. Les échappement observés sur les individus TC sont plus importantes sur le merlu (21% en poids) alors qu'ils restent identiques pour la langoustine (13% en poids) (Meillat *et al.*, 2011).

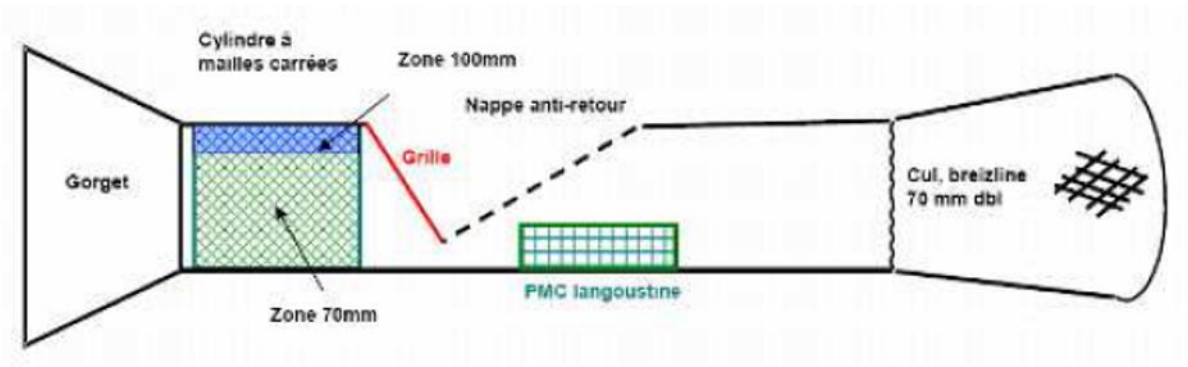


Figure II.2.12. Schéma de l'association de la grille sélective inversée à un cylindre à mailles carrées composé de 2 maillages distincts et à un panneau à mailles carrées destiné à la sélectivité des langoustines (reproduit de Meillat et al., 2011).

RES

Les dispositifs RES (Radial Escape Section) appliqués à la pêcherie de langoustine sont dérivés des essais concluants menés sur la sélectivité des pêcheries crevettières de Guyane française (Meillat *et al.* 2008 dans Meillat *et al.*, 2011). Il s'agit d'installer en série dans la rallonge un voile de guidage, qui agit comme dispositif concentrateur, suivi d'un obstacle pour disperser les individus (boule de chalut percée), et un cylindre à mailles carrées qui facilite l'échappement des espèces proactives comme les poissons ronds (Figure II.2.13). Deux configurations différentes ont été testées en 2011, où l'extrémité

du voile de guidage était dans un cas situé au-delà de celle du cylindre (position « alignée ») puis à l'intérieur de ce dernier (position « décalée »). Cette dernière configuration est la seule améliorant la sélectivité du chalut mais les résultats obtenus ne sont que peu probants : si l'engin est efficace pour laisser échapper les individus HT (merlu : -66% en nombre ; langoustine HT : -49% en nombre), il laisse également échapper une fraction importante des individus TC (merlu : -59%. en poids ; langoustine : -47% en poids) (Meillat *et al.*, 2011). Le dispositif ne parait pas adapté à la pêcherie considérée dans sa configuration actuelle et nécessiterait de plus amples travaux.

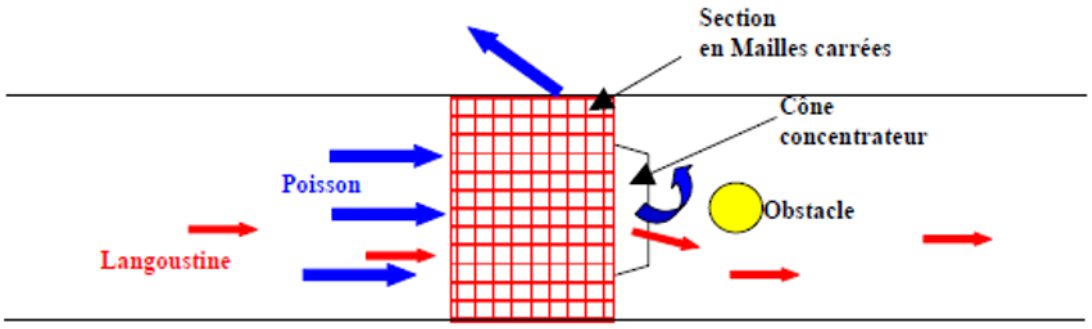


Figure II.2.13. Représentation du principe d'action du dispositif RES (reproduit de Meillat et al., 2011).

Conclusion

Les associations de dispositifs de type (PMC merlu + grille + PMC langoustine) et (cylindre + PMC langoustine) permettent d'augmenter l'échappement des individus hors-tailles en conservant des niveaux de pertes commerciales faibles. Les travaux menés sur les dispositifs de type RES restent succincts. Leur configuration actuelle n'apporte pas les résultats escomptés par rapport aux bons résultats obtenus dans les pêcheries crevettières guyanaises.

2.9. OUVERTURE DE MAILLE FORCEE

En 2011, de nouvelles expériences ont été menées pour forcer l'ouverture de la maille dans le cul de chalut (Tableau II.2.13) et s'affranchir de l'influence du volume de capture sur l'échappement (Madsen, Moth-Poulsen, *et al.*, 1999; Fonseca *et al.*, 2007).

Pour garantir cette ouverture, trois dispositifs ont été testés :

- un cul de chalut muni de 8 ralingues courtes (75% de la longueur étirée) (Figure II.2.14, gauche et centre),
- un second muni de deux ralingues courtes situées au niveau des coutures,
- un cul de chalut monté en T90 (Figure II.2.14, droite).

Tableau II.2.13. Récapitulatif des expériences menées sur l'ouverture de maille forcée pour la sélectivité des engins à bord des chalutiers langoustiniers.

Configuration (Montage/taille de maille/ matériau)	Protocole	Mode exp. (nb traits)	Rejets + : réduction - : augmentation	Captures + : augmentation - : réduction	Référence
8 ralingues courtes/70 mm jauge/PE simple	CC	CJ (5)	+++ (M) +++ (L) + (au.)	- (M) -- (L)	(Meillat *et al.*, 2011)
2 ralingues courtes horizontales/70 mm jauge/PE simple	CC	CJ (6)	++ (M) ++ (L)	-- (M) -- (L)	(Meillat *et al.*, 2011)
T90/70 mm jauge/PE simple	CC	CJ (10)	+++ (M) +++ (L)	-- (M) --- (L)	(Meillat *et al.*, 2011)

ES : étude de sélectivité, CC : comparaison de captures, CS : coefficient de sélectivité, CJ : chaluts jumeaux, M : merlu, L : langoustine, au. : autres espèces)

Figure II.2.14. De gauche à droite, représentation modélisée de l'ouverture d'un cul de chalut à 8 ralingues courtes en pêche, cul de chalut à 8 ralingues courtes, et cul de chalut monté en T90 (modifié de Meillat et al., 2011)

Parmi les différents dispositifs testés :

- Le cul de chalut à 8 ralingues courtes enregistre un échappement respectif de merlu et de langoustine HT de 80% et 68% en nombre. Les échappements d'individus TC par espèce s'élèvent à 18% et 55% en poids respectivement.

- Le cul de chalut à 2 ralingues courtes enregistre un échappement en nombre de 83% pour le merlu HT et de 41% pour la langoustine HT. Les échappements d'individus TC par espèce s'élèvent à 24% et 40% en poids respectivement.

- Le cul de chalut monté en T90 enregistre un échappement en nombre de 96% pour le merlu HT et de 80% pour la langoustine HT. Les échappements d'individus TC par espèce s'élèvent à 55% et 77% en poids respectivement.

Les culs de chalut à ouverture de maille forcée présentent des résultats équivalents, tandis que le T90 n'apparait pas comme un dispositif adapté pour cette pêcherie.

2.10. APPORTS DES DISPOSITIFS SELECTIFS POUR LES CAPTURES D'ESPECES ACCESSOIRES SOUMISES A TAC

En plus du merlu, principale espèce accessoire d'intérêt commercial dans la pêcherie de langoustine, les captures de tacaud (7% des rejets), de maquereau (4% des rejets), de chinchard (3% des rejets) et de grondin gris (2% des rejets) sont également fréquentes à bord des chalutiers langoustiniers (Cornou *et al.*, 2013). Il est donc intéressant de considérer les dispositifs améliorant l'échappement des individus non désirés de ces espèces. A partir des différents dispositifs présentés dans les sections précédentes, le Tableau II.2.14 identifie les dispositifs les plus favorables à l'échappement des espèces accessoires. Le cylindre à mailles carrées est très efficace pour l'échappement des maquereaux, tandis que le PMC merlu et l'utilisation d'un grand maillage sont plus efficaces d'une manière générale. Les grilles sont plus efficaces pour l'échappement du chinchard d'après la littérature consultée.

Tableau II.2.14. Bilan des différents dispositifs sélectifs testés ayant un effet bénéfique sur l'échappement des espèces accessoires soumises à TAC dans la pêcherie de langoustine française.

Dispositif sélectif	Effets sur les captures d'espèces accessoires soumises à TAC	Référence
Ralingues courtes	Captures insuffisante pour conclure	(Meillat *et al.*, 2011)
CMC	maquereaux : de 86 à 100% de réduction des captures d'individus <20 cm	(Meillat *et al.*, 2011)
Cul en Breizline double de 70 mm	Chinchard: réduction des captures	(Morandeau et Meillat, 2002)
Grille sélective et cul de chalut sélectif	Chinchard: réduction des captures	(Morandeau et Meillat, 2002)
GM (en panneaux ou sections)	toutes espèces: de 27 à 32% de réduction des captures.	(Meillat et Morandeau, 2001; CNPMEM, 2004)
GS	Chinchard: réduction des captures	(Morandeau et Meillat, 2002; CNPMEM, 2004; Loaec *et al.*, 2006)
PMC	toutes espèces: de 21 à 29% de réduction des captures	(Meillat et Morandeau, 2001)

PMC : panneau à mailles carrées ; CMC : cylindre à mailles carrées GM : grandes mailles ; GS : grille sélective

2.11. PERSPECTIVES INTERNATIONALES

A l'échelle internationale, les travaux menés sont dans la même ligne que les développements français. Si les pêcheries de langoustines sont toujours associées à d'importantes captures accessoires d'espèces démersales, celles-ci diffèrent fortement d'un pays à un autre. Les résultats présentés sont donc qualitatifs.

En Angleterre, **les chaluts à nappes séparatrices** ont démontrés leur efficacité pour la séparation entre poissons démersaux et crustacés selon un montage identique à celui testé en France (Main et Sangster, 1985; Citations dans Catchpole et Revill, 2008). Ils ont également été testées dans une configuration inclinée, avec de bons résultats sur l'échappement des poissons démersaux non désirés mais engendrent de forts échappements de langoustines commercialisables (Rihan and McDonnell 2003 et BIM 2005a, b, c dans Catchpole et Revill, 2008).

L'utilisation d'un **fil de PE** pour la confection des chaluts a un effet négatif sur la valeur du L50 pour l'ensemble des espèces visés par les chalutiers langoustiniers de la côte sud du Portugal (Fonseca *et al.*, 2007). Des résultats similaires ont été obtenus en Méditerranée dans le cadre d'un pêcherie mixte crevettière (Deval *et al.*, 2006).

Les résultats obtenus sur les **culs de chalut à mailles carrées** indiquent que cette orientation de la maille permet généralement d'augmenter la valeur du L50 (Campos *et al.*, 2002; Frandsen *et al.*, 2009; Frandsen *et al.*, 2010) ou tout du moins ne la fait pas diminuer (Guijarro et Massutí, 2006). Frandsen *et al.* (2011) élaborent un cul de chalut à quatre faces, dont 2 panneaux sont en mailles carrées et 2 panneaux en mailles losanges, qui permet une meilleure sélectivité sur la langoustine (augmentation

du L50, augmentation de l'échappement des individus HT) en maintenant l'échappement des individus HT des espèces accessoires commerciales (plie et morue).

Les **PMC** ont également été largement étudiés. Ce type de dispositif améliore l'échappement de certains poissons ronds, tels que le merlu, le merlan, le merlan bleu et l'églefin, bien que les résultats obtenus d'une étude à l'autre pour une même espèce soient mitigés. Ils restent sans bénéfice sur l'échappement des individus de petite taille pour la majorité des espèces, en particulier pour les crustacés pour lesquels un échappement important des individus TC peut être enregistré, entrainant une perte commerciale à court terme (Madsen, Moth-Poulsen, *et al.*, 1999; Campos et Fonseca, 2004; Catchpole et Revill, 2008; Frandsen *et al.*, 2009; Drewery *et al.*, 2010). Leur montage en série et leur confection en fil de Dynéema permettent d'améliorer l'échappement des espèces démersales, le premier en augmentant la surface de filet en mailles carrées et le second en augmentant le contraste visuel du dispositif par rapport au chalut (Revill *et al.*, 2007). Lorsque la taille du PMC et de la maille sont augmentées les résultats s'améliorent : un PMC de 12 m de long et de mailles de 800 mm de côté placé dans le gorget d'un chalut en maille de 120 mm côté permet un échappement supplémentaire de 50% minimum des principales espèces accessoires dans la pêcherie mixte langoustine-poissons (morue, églefin, limande sole, limande, lieu noir) du Skagerrak (Krag *et al.*, 2014). Frandsen *et al.* (2011) ont également testé la mise en œuvre du PMC sur la face ventrale du cul de chalut, qui améliore l'échappement des langoustines HT mais entraine de fortes pertes commerciales sur cette même espèce.

Dans la veine des **CMC**, Madsen *et al.* (2010; 2012) ont imaginé une « boite de tri » à quatre faces intégré à la rallonge du chalut. La taille de maille est augmentée dans cette section pour atteindre 300 mm jauge à son maximum. Le dispositif vise en particulier à la limitation des captures de jeunes morues. Les captures de langoustines TC sont augmentées, et les rejets de poissons ronds et plats diminués.

Une **grille sélective** inclinée placée dans la rallonge, avec un passage libre au-dessous, permet la séparation des espèces dans 2 culs de chalut différents, suivant le fonctionnement des chaluts à nappes séparatrices (Graham et Fryer, 2006). Les auteurs suggèrent l'utilisation d'un maillage plus grand (>80 mm côté) dans le cul de chalut haut pour améliorer la sélectivité de l'engin pour le poisson. L'usage d'une grille sélective en alu, articulée, montée inclinée et couvrant l'intégralité de la section du chalut n'apporte pas d'amélioration de la sélectivité des chaluts. Si ce type de dispositif améliore l'échappement des gros individus pour certaines espèces démersales, il entraine des pertes commerciales en langoustines et réduit l'échappement des individus HT, toutes espèces confondues (Catchpole *et al.*, 2006; Frandsen *et al.*, 2009; Madsen et Valentinsson, 2010).

Les grilles sélectives sont également testées en **association** avec d'autres dispositifs sélectifs, tels que les PMC et CMC (Catchpole *et al.*, 2006; Valentinsson et Ulmestrand, 2008).Ces associations permettent de réduire les effets négatifs des grilles en facilitant l'échappement des individus HT par des sections de maillage carré situées en aval des grilles, et de conserver la sélection faite par la grille sur l'échappement des gros individus. Les professionnels restent néanmoins dubitatifs quant à leur intérêt, en particulier du fait de l'existence d'un marché pour les queues de langoustine dans les pays Anglo-Saxon.

Ingólfsson (2011) force l'**ouverture de la maille** en réduisant la longueur du panneau supérieur (en maille carré) par rapport à celle du panneau ventral de la rallonge du chalut. De mise en œuvre relativement simple, ce procédé réduit de 42% les captures de langoustines HT, mais entraine un échappement équivalent pour le merlan et l'églefin sans distinction de taille.

Enfin, on signalera les essais portant sur l'usage de **chaluts sans dos**, qui n'ont pas été testés en France et dont l'objectif est d'éviter les captures d'espèces accessoires. Les captures de poissons sont réduites et les captures de langoustines TC augmentées (Revill *et al.*, 2006; He *et al.*, 2007).

2.12. CONCLUSIONS

Les études portant sur la sélectivité des chaluts à langoustine et poisson blanc sont très nombreuses. La variété des dispositifs testés et leur succession dans le temps font preuve d'une réflexion construite, dans l'optique d'améliorer la sélectivité inter- et intra-spécifique. La difficulté liée aux pêcheries plurispécifiques reste centrale. Ainsi, les plus forts taux d'échappement des juvéniles de langoustine sont souvent associés à l'échappement d'une fraction de la population de taille commerciale sur les autres espèces ciblées comme le merlu. L'échappement d'autres espèces accessoires peut aussi augmenter du fait de l'utilisation des dispositifs sélectifs (maquereau, chinchard, merlan bleu).

Les résultats obtenus en associant un cylindre à mailles carrées (70 mm jauge) ou une grille sélective (barreaux verticaux espacés de 18 mm), le PMC merlu placé à l'entrée de la rallonge et un autre PMC en position ventrale sont prometteurs. Ces dispositifs permettent de cibler les espèces par leur comportement et de limiter les échappements d'individus TC en adaptant les tailles des mailles.

La variabilité des résultats reste une source d'incertitude quant à l'adoption de ces dispositifs par les professionnels. De plus, la variabilité naturelle observée en mer peut limiter la perception des bénéfices de certains dispositifs et altérer les capacités des scientifiques à diagnostiquer ces bénéfices.

Les résultats obtenus à l'étranger vont dans le même sens que les expérimentations menées en France. Les associations de dispositifs apparaissent prometteuses, bien qu'elles rencontrent peu de succès au

sein de la profession. Les dispositifs de type « boîte de tri » et « chalut sans dos » pourraient être explorés pour de futures études nationales.

Tenant compte des conclusions des programmes précédents, les programmes REDRESSE (« REDuction des REjets et Amélioration de la SElectivité dans le golfe de Gascogne ») et CELSELEC (« Amélioration de la SELECtivité des chalutiers de mer CELtique ») poursuivent actuellement les travaux sur la sélectivité des engins pour la flottille des chalutiers langoustiniers du golfe de Gascogne et de mer Celtique respectivement. Spécifiquement, le programme REDRESSE travaille sur l'usage du T90, des chaluts à nappes séparatrices, de dispositif de type RES, de culs de chalut de circonférence réduite, des CMC, des PMC en position ventrale et de chaluts sans dos pour l'ensemble des flottilles de chalutiers, langoustiniers et démersaux, exerçant dans le golfe de Gascogne. Le programme CELSELEC quant à lui s'intéresse à l'influence de cul de chalut en T90, de grilles à lotte et de CMC sur la sélectivité des chaluts à langoustines et poissons en mer Celtique.

3. CHALUTIERS CREVETTIERS

3.1. PRESENTATION

En 2013, 41 navires ciblant la crevette grise sont recensés sur la façade Manche-mer du Nord. Les rejets de la flottille constituent 61.8% [52.8% ; 73.6%] du total des captures et sont composés de crevette grise à 72%. Les autres espèces d'intérêt commercial retrouvées dans les rejets sont le merlan (8%) et la plie (4%) (Cornou *et al*, 2015). La taille de maille autorisée, de 20 mm jauge, augmente d'autant la propension de la flottille à générer des rejets. La taille minimale au débarquement est fixée à 3 cm (arrêté du 26 octobre 2012). Les niveaux de rejets des chalutiers crevettiers exerçant sur la façade Atlantique ne sont pas connus.

En France, les travaux de sélectivité réalisés sur cette flottille concernent l'utilisation de chalut à nappes sélectives selon diverses configurations. Les plus célèbres dans la flottille des chalutiers crevettiers sont les chaluts Devismes (Kurc *et al.*, 1965; Brabant, 1974) et Asselin (Vacherot *et al.*, 1998), du nom de leurs inventeurs. La sélectivité s'effectue sur la taille pour le chalut Asselin, et sur la différence de comportement observé entre les crustacés et les poissons pour le chalut Devismes.

Les études de sélectivité sur les chalutiers crevettiers sont initialement consacrées spécifiquement à l'un ou l'autre de ces deux chaluts, développés dans les années 1960 (Kurc *et al.*, 1965; Brabant, 1974). Par la suite, leurs performances sont comparées (Vacherot *et al.*, 1998). Finalement, un chalut hybride

Devismes/Asselin a été conçu et testé lors du programme « Sélectivité Crevette Vilaine » (Meillat *et al.*, 2008).

Le Tableau II.3.1 recense les expérimentations menées sur les chaluts à nappes sélectives en France.

3.1. LE CHALUT ASSELIN

La sélectivité du chalut Asselin est assurée par une nappe sélective interne conique dont le maillage laisse passer les crevettes mais retient les poissons, et qui occupe toute la section verticale de l'engin. Un orifice d'évacuation sur la face ventrale de la rallonge, en amont du cul de chalut, permet l'échappement des captures accessoires (Figure II.3.1).

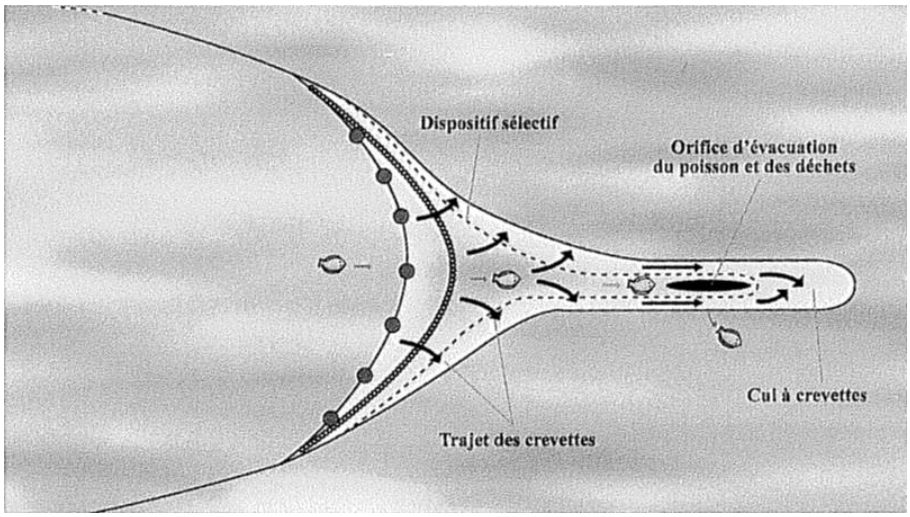


Figure II.3.1. Le chalut sélectif à crevettes Asselin. (*Illustration reproduite de Deschamps* et al*., 2003)*

Chalut Asselin classique

Son usage a été testé en baie de Vilaine puis en baie de Seine. En baie de Vilaine, les études réalisées indiquent un échappement de 54% des juvéniles de poisson en moyenne par rapport à un chalut sans nappe sélective (sole : 56% ; plie : 65% ; tacaud : 65% ; merlan : 20%), sans pertes commerciales en crevette (Vacherot *et al.*, 1998). En baie de Seine, le dispositif amène une augmentation des captures commerciales (+29% de crevettes en poids) tandis que les effets sur les rejets sont plus mitigées : si la sole, la plie, le bar et le flet bénéficient d'une réduction des captures d'individus HT de 24%, 31%, 46% et 96% respectivement, les juvéniles de limande et de merlan sont fortement impactés par cet engin avec une augmentation respective de 102% et de 211% des captures d'individus HT (Foucher *et al.*, 2000).

Tableau II.3.1. Récapitulatif des expériences menées pour l'amélioration de la sélectivité à bord des chalutiers crevettiers en France

Configuration	Protocole exp.	Mode exp. (nb traits)	Rejets + : réduction - : augmentation	Captures + : augmentation - : réduction	Référence
Chalut Asselin classique					
- Baie de Vilaine	CC	TP (9)	+ (ml) ++ (so) +++ (pl, ta)	+ (Cr)	(Vacherot *et al.*, 1998)
- Estuaire de Seine	CC	TS (16)	+ (so) ++ (ba, pl) +++ (fl) --- (ml, li)	+ (Cr)	(Foucher *et al.*, 2000)
Chalut Asselin décollé de 10 cm, avec racasseur					
- à 30 cm	CC	TP (6)	++ (so, ml)	++ (Cr)	(Dupouy *et al.*, 1997; Vacherot *et al.*, 1998)
- à 50 cm	CC	TP (2)	++ (so, ml)	-- (Cr)	
Chalut Asselin muni d'un PMC (gorget)					
- maille étirée 80 mm, sans racasseur	CC	TP (6)	+ (ml) ++ (so, pl, ba) +++ (ta)	- (Cr) - (sp)	(Vacherot *et al.*, 1998)
- maille étirée 80 mm, racasseur à 30 cm	CC	TP (5)	+ (ml, so, pl, ta) ++ (mu)	- (Cr)	
- maille étirée 50 mm, racasseur à 30 cm	CC	TP (4)	+ (ml, pl)	- (Cr) - (sp) -- (an)	
Chalut Asselin à nappe sélective					
- en mailles carrées + bourrelet (22kg)	CC	DP (60)	NR	NR	(Meillat *et al.*, 2008)
- en T90 + bourrelet (35kg)	CC	DP (16)	NR	NR	
- en T90, sans bourrelet	CC	DP (30)	NR	NR	
Chalut Devismes					
- classique	CC	TP (6)	++ (so) +++ (pl, ta, ml)	- (Cr)	(Vacherot *et al.*, 1998)
- à nappe sélective épaisse en T90 + bourrelet (35kg)	CC	DP (12)	NR	NR	(Meillat *et al.*, 2008)
- à nappe sélective fine en T90 + bourrelet (35kg)	CC	DP (18)	NR	NR	(Meillat *et al.*, 2008)
Chalut hybride Asselin/Devismes + bourrelet (35kg)	CC	DP (48)	NR	NR	(Meillat *et al.*, 2008)

CC : comparaison de captures, TS : traits successifs, TP : traits parallèles, DP : double poche, so : sole, ba : bar, pl : plie, fl : flet, ml : merlan, li : limande, Cr : crevette, ta : tacaud, sp : sprat, an : anchois, mu : mulet, NR : non renseigné

Chalut Asselin muni d'un racasseur

Une version modifiée du chalut Asselin auquel a été ajouté un racasseur et dont la nappe ventrale est maintenue à 10 cm du fond a été ensuite testée. Les objectifs d'un tel dispositif étaient de faire « décoller » les crevettes pour en augmenter la capture, et de favoriser l'échappement des juvéniles de poissons qui passeraient sous le bourrelet (Dupouy *et al.*, 1997; Vacherot *et al.*, 1998). Les résultats obtenus sont extrêmement variables et seule la position du racasseur à 30 cm en avant du bourrelet apporte une augmentation des niveaux de captures, de 40% en poids, alors qu'on observe 50% de pertes commerciales en crevettes à 50 cm. L'ajout du racasseur permet de sauvegarder 30% de gadidés supplémentaires en moyenne par rapport à un chalut Asselin classique.

Chalut Asselin muni d'un panneau à mailles carrées

L'essai suivant concerne l'ajout d'un PMC dans le gorget, au-dessus de l'« entonnoir » formé par la nappe sélective, ou en amont du gorget à la jonction avec le dos du chalut. Le PMC doit favoriser l'échappement des poissons pélagiques et démersaux. Trois configurations sont testées qui prennent en compte deux tailles de mailles, de 50 mm puis 80 mm étirée, et le montage du chalut Asselin sans ou avec un racasseur placé à 30 cm en avant du bourrelet (Vacherot *et al.*, 1998).

Les résultats les plus concluants en termes de sélectivité sont obtenus sans racasseur, avec un PMC de 80 mm étirée placé en amont du gorget (Figure II.3.2). Le dispositif apporte un échappement supplémentaire de 60% en moyenne pour les espèces de poisson commerciales par rapport au chalut Asselin classique, les pertes commerciales s'élèvent à 23% (Vacherot *et al.*, 1998). La simplicité du dispositif et son efficacité ont conduit à l'adoption de ce chalut Asselin modifié par les pêcheurs, sans que celui-ci soit imposé par la législation (Meillat *et al.*, 2008).

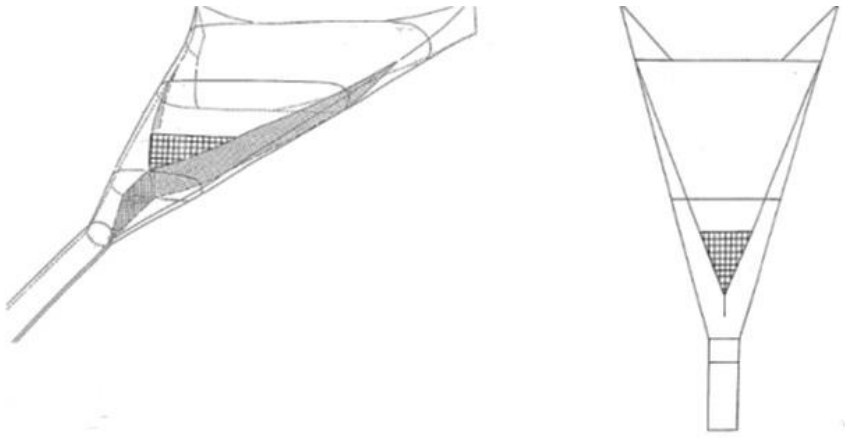


Figure II.3.2. Chalut Asselin muni d'un panneau à mailles carrées situé en amont du gorget. (*Illustration reproduite de Vacherot et al., 1998)*

Chalut Asselin à nappe sélective en mailles carrées ou T90

L'objectif des mailles carrées ou T90 est d'augmenter l'ouverture de la maille pour faciliter le passage des individus. Dans le cadre du chalut Asselin, cela revient à diminuer la fraction de crevettes perdues car elles ne franchissent pas la nappe sélective (Figure II.3.2). L'expérience a été menée dans le cadre du programme « Sélectivité Crevette Vilaine » (2007-2009) porté par l'AGLIA. Plusieurs configurations de nappes et de nappes et de montage ont été testées :

(i) Chalut muni d'une nappe sélective en mailles carrées, et d'un bourrelet constitué d'une aussière et d'une chaîne guirlande de 22 kg ;

(ii) Chalut muni d'une nappe sélective en T90, et d'un bourrelet constitué d'une chaîne guirlande de 35 kg ;

(iii) Chalut muni d'une nappe sélective en T90, sans bourrelet.

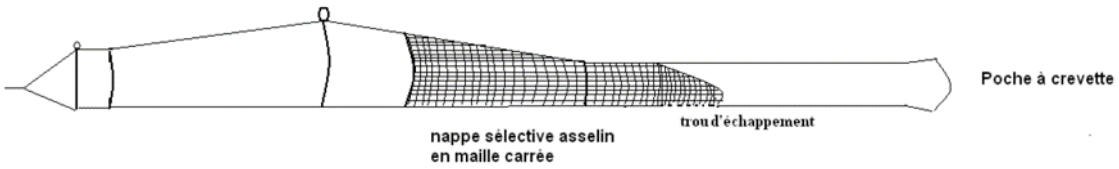


Figure II.3.3. Représentation du chalut Asselin muni d'une nappe sélective en mailles carrées de 22 mm de côté de maille. (*Illustration reproduite de Meillat et al., 2008)*

Seuls les niveaux d'échappement obtenus avec la troisième configuration sont disponibles. L'usage d'une nappe sélective en mailles carrées permet un échappement global de 24% en poids, toutes espèces confondues, sans perte de crevettes. On observe spécifiquement un échappement pondéral de 56% de sole et de 73% de tacaud (Meillat *et al.*, 2008).

La part des rejets dans les captures de crevette s'élève à 52.5% dans la première configuration, à 40% dans la seconde et à 38% dans la troisième. Enfin, quelle que soit la configuration considérée, la valeur du L50 obtenu pour la sole avec ce chalut Asselin est comprise entre 10 et 12 cm, ce qui traduit une mauvaise sélectivité pour les plus petits individus. L'échappement de merlan n'est pas amélioré par rapport au chalut Asselin classique. Le nombre de tacaud retenu ne permet pas de conclure sur la sélectivité du dispositif pour cette espèce (Meillat *et al.*, 2008).

3.2. LE CHALUT DEVISMES

Le chalut Devismes a été largement étudié dès les années 60 lors de sa conception par M. Devismes, pêcheur à Crotoy. Il est constitué d'une poche supérieure en maille de 20 mm étirée, et d'une poche inférieure en 70 mm étirée (ou d'une poche ouverte). La nappe sélective, de 25 mm de côté de maille, est fixée en arrière du dos du chalut et rejoint le point de séparation des deux poches. Les crevettes

« sautent » après le passage du bourrelet et, passant au travers des mailles de la nappe sélective, se retrouvent dans la poche supérieure. Les poissons se retrouvent normalement dans la poche inférieure (Figure II.3.4). On parle alors de « double dos ».

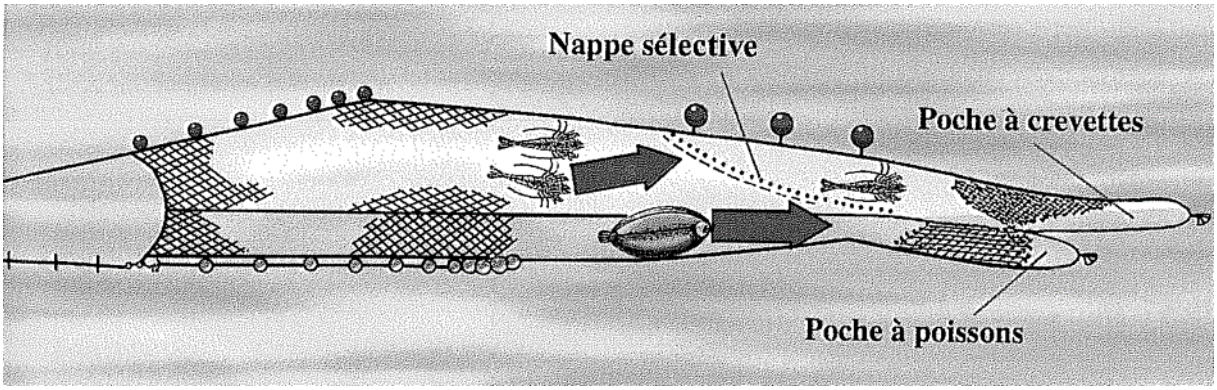


Figure II.3.4. Le chalut sélectif à crevettes Devismes. (*Illustration reproduite de Deschamps* et al., *2003)*

Chalut Devismes classique

La nappe sélective doit permettre de récupérer les crevettes dans la poche supérieure du cul de chalut et les poissons dans la poche inférieure. Les premières études menées sur l'engin démontrèrent une bonne séparation des poissons et des crevettes, avec respectivement 64% et 6% en poids des individus retrouvés dans la poche basse en moyenne, mais une sélectivité intra-spécifique limitée pour les poissons avec beaucoup de juvéniles retrouvés dans la poche haute (seuls 35% en nombre des poissons sont retrouvés dans la poche basse) (Brabant, 1974). Ces résultats étant néanmoins encourageants, le chalut Devismes a été décliné sur les différentes façades maritimes françaises (Kurc *et al.*, 1965). En 1994, des essais complémentaires indiquent que le chalut Devismes épargne 50% des juvéniles de poissons en moyenne (Dupouy et Vacherot 1994 dans Dupouy *et al.*, 1997). Ces nouveaux chiffres repositionnent le chalut Devismes comme un dispositif sélectif intéressant.

Chalut Devismes à nappe sélective en T90

Dans la veine des travaux réalisés sur le chalut Asselin pour le programme « Sélectivité Crevettes Vilaine », l'influence de la maille en T90 sur les propriétés sélectives de la nappe sélective du chalut Devismes a été testée. Les résultats obtenus indiquent un rejet de crevette réduit à 29% de la capture totale de l'espèce. Le dispositif permet 70% d'échappement pour les soles ≤10 cm, tandis qu'il n'y a pas d'amélioration pour le merlan. Les essais n'ont pas permis de conclure quant à l'efficacité du dispositif pour le tacaud (Meillat *et al.*, 2008).

3.3. CHALUT HYBRIDE DEVISMES/ASSELIN

Toujours au cours du programme « Sélectivité Crevettes Vilaine », une version hybride du chalut à crevettes qui réunit les caractéristiques des chaluts Devismes, muni d'un double dos, et Asselin, caractérisé par une nappe sélective conique placée à la verticale dans le chalut, a été testé. La Figure II.3.5 est une illustration du chalut obtenu, dont les nappes sélectives sont constituées de mailles carrées de 22 mm de côté.

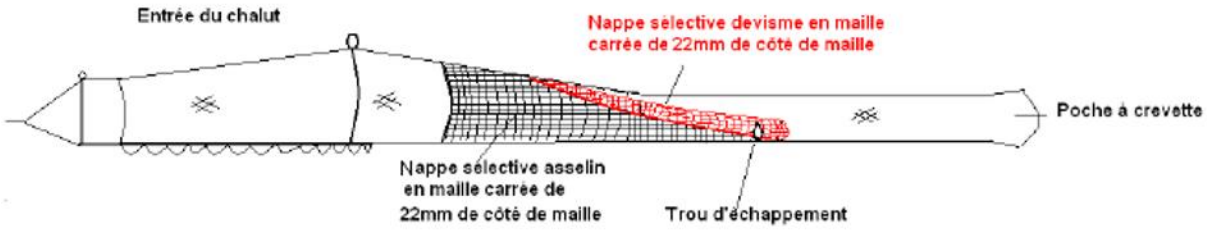


Figure II.3.5. Essai d'un chalut à crevettes hybride, recroisant les principes de fonctionnement des chaluts Devismes et Asselin. (Illustration reproduite de Meillat et al., 2008)

Ce chalut permet un échappement de 61% en poids sur l'ensemble de la capture. Les échappements spécifiques sont de 39% pour la crevette et de 76% pour la sole – les deux espèces principalement visées par la pêcherie, et de 25% pour le chinchard, 38% pour le rouget barbet, 85% pour le tabard et les céphalopodes – espèces qui composent la majorité des prises accessoires.

Les rejets de crevettes s'élèvent à 36% de la capture totale de l'espèce en poids. Pour la sole, le dispositif permet l'échappement de 100% des individus ≥15 cm, 50% des individus de 7 cm et de 25% entre 4 et 6 cm (Meillat *et al.*, 2008).

3.4. PERSPECTIVES INTERNATIONALES

Hors de France, les flottilles visant la crevette grise utilisent traditionnellement des chaluts à perche. Les dispositifs utilisés pour réduire les rejets des pêcheries de crevette grise sont basés sur les mêmes principes que les dispositifs visant à la réduction des rejets pour les pêcheries de langoustines.

L'usage d'une **grille de type Nordmøre**, positionnée à l'entrée du cul de chalut et aux barreaux espacés de 12 mm, sur les chaluts à perche anglais exerçant en mer du Nord permet de réduire les captures accessoires de poissons de plus de 70%, en particulier pour la plie et le merlan. Les pertes commerciales associées en crevette sont estimées selon les études entre 0 à 15% (Polet, 2002; Graham, 2003).

Dans le cadre de l'obligation européenne en date de Janvier 2003 (CE, 1998), Revill et Holst (2004b) ont travaillé sur l'effet des **nappes sélectives** sur la sélectivité des chaluts à perche, selon une configuration proche de celle du chalut hybride français. L'efficacité du dispositif est identique pour l'ensemble de configurations testées (confection en PE ou PA, maille losange étirée allant de 53 à 68 mm), permettant de limiter les captures accessoires de poissons pour une perte commerciale de moins de 12% en crevette. Les auteurs insistent également sur l'intérêt de la technique, qui permet de limiter le stress infligé aux individus en assurant un échappement régulier au cours de l'opération de pêche. Dans une étude contemporaine, Polet *et al.* (2004) identifient ce dispositif comme étant efficace sur la sélectivité des poissons d'âge 1+ mais inefficace pour les plus jeunes. Les nappes sélectives entrainent des pertes commerciales moindres qu'un système de grille et un échappement des crevettes HT de 16 à 26% par rapport à un chalut classique de maille 20 mm étirée.

Des travaux portant sur la **modification du chalut** indiquent que le passage à une maille étirée de 26 mm pour l'ensemble du chalut permettrait de réduire les captures de crevette grise HT de 13% en poids (Revill et Holst, 2004a).

Enfin, Catchpole *et al.* (2008) évaluent que les mesures techniques mises en œuvre pour limiter les rejets dans la pêcherie de crevette grise (nappe sélective ou grille) entrainent une diminution de la production de 14% mais restent insuffisantes pour limiter les captures accessoires de plie juvénile (<10 cm), première espèce retrouvée dans les rejets de cette pêcherie en mer du Nord.

L'emploi de **chaluts à perche électriques** et surélevés à 10 cm du fond permet de sélectionner les captures: les crevettes réagissent à la stimulation électrique en « sursautant » tandis que les espèces de poissons accessoires s'échappent sous le chalut. Le chalut électrique nécessite d'être équipé d'une nappe de dos étendue pour éviter les pertes commerciales dues au sursaut des individus de crevette grise (Polet *et al.*, 2005a; Polet *et al.*, 2005b). Les rejets peuvent être réduits jusqu'à 35% (Soetaert *et al.*, 2013). La survie des individus ne semble pas affectée par la méthode pour une fréquence allant de5 à 200 Hz, un courant électrique compris entre 150 et 200 V m^{-1}, une décharge électrique de 0.25 et 1 ms, et une exposition totale à la stimulation allant de 1 à 5 s (Soetaert *et al.*, 2014).Cette approche reste interdite à la pêche professionnelle par la Commission Européenne (CE, 1998).

3.5. CONCLUSIONS

Les chaluts à nappe sélective permettent une bonne séparation des espèces et l'échappement des gros individus de poissons, toutes espèces confondues. La sélectivité intra-spécifique pour la crevette se fait sur la maille choisie pour la confection de la nappe sélective. Une augmentation de la maille losange jusqu'à 68 mm étirée entraine une perte de production de 12% au maximum. Les

expérimentations menées sur l'usage de mailles carrées ou T90 pour la nappe sélective ne sont pas concluantes. La sélectivité de ces engins reste insuffisante pour les juvéniles de poissons plats, plie ou sole <10 cm, qui composent les premières captures accessoires de ces pêcheries.

Les grilles n'ont pas été expérimentées en France. Les résultats obtenus à l'étranger montrent que les nappes sélectives sont aussi efficaces en termes de séparation des espèces, pour une perte commerciale moindre sur la ressource crevettière.

Les chaluts à perche électriques permettent de réduire les rejets jusqu'à 35% toutes espèces confondues, sans perte commerciale associée. L'impact écologique de la méthode est encore à l'étude.

4. CHALUTIERS CIBLANT LES ESPECES BENTHO-DEMERSALES

4.1. PRESENTATION

Les chalutiers ciblant les espèces bentho-démersales sont présents sur l'ensemble des façades maritimes françaises. Leur activité s'étend depuis la bande côtière jusqu'au grand large. Ils recouvrent une grande diversité de métiers et de navires, dont seule une partie a fait l'objet de travaux sur la sélectivité. Le Tableau II.4.1 recense les principales espèces bentho-démersales d'importance économique et les zones de pêches qui leur sont associées. Le Tableau II.4.2 reproduit les niveaux de rejets observés par rapport au total des captures à bord pour l'année 2012 ; les valeurs les plus fortes sont observées pour les chalutiers de fond <18 m exerçant en Manche Est-mer du Nord.

Tableau II.4.1. Répartition géographique des principales espèces démersales exploitées par les flottilles de chalutiers de fond françaises exerçant sur la façade Atlantique (*source : site internet Ifremer)*

	Méditerranée	*Atlantique Nord-Ouest*	*Atlantique Nord-Est*	*golfe de Gascogne*	*mer Celtique*	*Ouest Ecosse*	*Manche Ouest*	*Manche Est*	*mer du Nord*	*mer de Barents*	*mer de Norvège*
Baudroie											
Merlu											
Lieu noir											
Merlan											
Eglefin											
Morue											
Plie											
Sole											
Rouget											

Tableau II.4.2. Niveaux de rejets, en poids toutes espèces confondues, observés à bord des principales flottilles de chalutiers ciblant les espèces bentho-démersales en 2012 (modifié de Cornou *et al.*, 2013)*.*

Flottille de chalutiers	Niveau de rejet (% en poids)
Chalutiers de fond <18 m, Manche Est et mer du Nord	62.6
Chalutiers de fond <18 m, Manche Ouest	60.3
Chalutiers de fond >18 m, Manche Est	40.5
Chalutiers à espèces démersales, Nord mer du Nord	8.1
Chalutiers de fond, golfe de Gascogne	28.5
Chalutiers à poissons, mer Celtique, Manche Ouest et Ouest Irlande	23.8
Chalutiers à espèces démersales en Ouest Ecosse	4.4
Chalutiers à espèces profondes, Ouest Ecosse et Ouest Irlande	19.6
Chalutiers à espèces démersales en Méditerranée	19

Les caractéristiques des flottilles étudiées à ce jour en termes de sélectivité sont présentées en amont du détail des dispositifs développés, qui visent généralement l'une ou l'autre des espèces en réponse à la demande de la législation pour la gestion des ressources (« plan Merlu » (Parlement Européen, 2001), « plan Cabillaud » (CE, 2008)). Les chalutiers langoustiniers, qui appartiennent à cette catégorie de navires, ont été traités séparément (Voir section 2, p.30).

Les flottilles

Les chalutiers démersaux de mer Celtique et du golfe du Gascogne travaillent principalement les baudroies (14 à 25% des captures), le merlu (Gascogne : 11% des captures), l'églefin (mer Celtique : 18% des captures) et la morue (mer Celtique : 6% des captures) (Cornou *et al.*, 2013). Leur rejets sont caractérisés par la présence de maquereau (Gascogne : 25% des rejets), d'églefin (mer Celtique : 15% des rejets) et de petite roussette (9 à 15% des rejets). Les baudroies et le merlu ne constituent qu'une faible part des rejets (Gascogne : 3% pour les deux espèces ; mer Celtique : 2% de baudroie dans les rejets). Les baudroies sont soumises à un poids minimum au débarquement de 500 g, sans précision de taille (CE n°2406/96). Les premiers travaux de sélectivité menés sur cette flottille se sont déroulés entre 1993 et 1998. Ils portent sur l'usage de grilles sélectives en aluminium pour limiter les captures de petites baudroies (Dupouy *et al.*, 1993) et marquent le début des travaux intensifs menés sur la sélectivité. Par la suite, des travaux sur l'influence de la taille des mailles ont été réalisés pour ces chaluts à poissons en marge des travaux menés sur les chalutiers langoustiniers (Figarède, 2009).

Les chalutiers démersaux de Manche-mer du Nord peuvent être séparés en deux flottilles, par la taille des navires et les espèces ciblées. Les navires ≤18 m exploitent principalement la plie (26% des captures), la sole (10% des captures) et la limande (6% des captures), qui participent respectivement à 32%, 7% et 6% du total des rejets. Les navires ≥18 m exploitent le merlan (27% des captures), le chinchard (11% des captures) et le hareng (10% des captures). La limande (7%) et la plie (5%) restent présentes dans les captures de cette flottille. Le merlan (23%), le hareng (19%), le chinchard (14%), la limande (14%) et la plie (6%) constituent le gros des rejets (Cornou *et al.*, 2013). Pour l'ensemble de ces navires, la capture d'individus HT est une cause importante de rejets, en particulier pour la plie, la sole, la limande, le maquereau et le merlan (Weiller *et al.*, 2014).

Les chalutiers démersaux de nord mer du Nord travaillent principalement le lieu noir (91% des débarquements) et dans une moindre mesure le merlu et la morue (respectivement 4% et 2% des débarquements). En 2012, les rejets de cette flottille atteignaient 8% de la capture totale. Ils étaient essentiellement composés de merlu (66%) et, en faibles quantités, de grondin gris (9%), de merlan (7%) et de lieu noir (4%) (Cornou *et al.*, 2013). Il n'y a pas de captures HT dans cette flottille, dont les rejets sont principalement dus au manque de quota pour ces espèces ou à la présence d'individus blessés.

Les programmes

En dehors de quelques expériences menées de manière autonome par les laboratoires de l'Ifremer, les programmes s'intéressant à la sélectivité des engins dans la flottille des chalutiers démersaux sont

le résultat de la collaboration entre les professionnels et les scientifiques (Ifremer), portés par les antennes locales des CRPMEM.

Le **programme SAUPLIMOR** (« SAUvegarde des juvéniles de PLIe et de MORue dans le détroit du Pas-de-Calais », 1999-2001)**,** mené par l'Ifremer, le CNPMEM et le CRPMEM Nord-Pas de Calais/Picardie, avait pour objectif le développement d'un dispositif sélectif plurispécifique visant les petits individus, et dont les contraintes de mise en œuvre et le coût (pertes commerciales et entretien) soient acceptées pour les professionnels (Anonyme, 2001).

A la demande de la Commission européenne, les expérimentations ont été élargies à l'ensemble des pêcheries plurispécifique de la Manche et du sud de la mer du Nord en 2008-2009 au cours du **programme SELECMER** (Leonardi, 2009). L'objectif de ce second programme était une amélioration globale de la sélectivité du chalut de fond, mettant l'accent sur la sélectivité du merlan pour atteindre une réduction des rejets de 30% au minimum (CE 40/2008). Les PMC en 120 mm étiré sont les premiers dispositifs considérées dans ce but.

En 2009 une nouvelle règlementation est mise en place en mer du Nord, qui porte sur l'usage obligatoire d'un chalut à grandes mailles lorsque 90% des quotas annuels de cabillaud ont été consommés à tout moment avant le 15 novembre de l'année en cours (CE, 2009). Les conséquences en termes de sélectivité et de rendement de ce nouveau dispositif pour la flottille des chalutiers démersaux ont été étudiées, ainsi que la possibilité de remplacer le chalut à grandes mailles par une grille sélective conçue spécifiquement pour l'échappement des gros cabillauds au cours du **programme SELECCAB**, en 2009-2010 (Viera, 2010a; Viera, 2010b). Les résultats de SELECCAB sont présentés sous forme de pourcentage de réduction des rejets et de la fraction commerciale, exprimé en poids et sans notion de taille associée.

Enfin, le **programme SELECFISH** (2013-2014) arrive en complément des travaux antérieurs menés sur les flottilles de Manche-mer du Nord, dans le cadre de la mise en place de l'obligation des débarquements (UE, 2013 articles 15 et 16). Les travaux portent principalement sur l'amélioration de la sélectivité pour le merlan, la plie, le hareng, le maquereau, le chinchard et la limande par l'utilisation de CMC, de grilles, et par des associations de dispositifs (Weiller *et al.*, 2014). La présentation des résultats de SELECFISH sont présentés comme ceux de SELECCAB.

Dans le golfe de Gascogne, le **programme SPD** (2009-2011), piloté par l'AGLIA, en partenariat avec l'IFREMER, s'intéresse à la sélectivité des chaluts suite aux propositions de la Commission européenne d'augmenter le maillage de référence dans le golfe de 70 mm à 80 mm pour l'ensemble des marées où

le pourcentage cumulé de sole, langoustine et merlu serait supérieur à 10% de la capture totale, ainsi qu'à celles où les captures totales de merlu seraient supérieures à 5% de la capture totale.

4.2. MAILLAGE

En 1992, la sélectivité des chaluts est abordée en Méditerranée où des essais sont menés sur le chalut à quatre faces. Etant donnée la législation de l'époque, les maillages testés sont de 32 mm, 40 mm et 44 mm (Dremiere et Burgaud, 1992), soit au-dessous des 50 mm actuellement en vigueur. L'étude est réalisée avec une double poche couvrante placée par-dessus le cul de chalut. Les résultats en termes de paramètres de sélectivité pour 4 espèces bentho-démersales sont présentés dans le Tableau II.4.3.

Tableau II.4.3. Paramètres de sélectivité obtenus pour 3 tailles de mailles pour des chaluts à quatre faces testés en Méditerranée (reproduit de Dremiere et Burgaud, 1992)

Espèce	*Maille*	*L50 (cm)*	*SR*	*CS*
Chinchard	32 mm	11.2	2.7	3.6
	40 mm	12.7	3.5	3.2
Rouget	32 mm	8.4	1.5	2.7
	40 mm	9.3	4.1	2.4
	44 mm	10.4	3.4	2.4
Capelan	40 mm	10.9	2.2	2.8
	44 mm	14.5	3.2	3.4
Merlu	44 mm	12.1	2.6	2.8

Plus récemment, les essais réalisés sur l'augmentation du maillage du cul de chalut de 70 mm à 80 mm indiquent d'importantes pertes sur la fraction commerciale des captures (sole : -46% en poids ; rouget :-47% en poids, merlu :-31% en poids, encornet : -5% en poids). Ces échappements sont particulièrement nets pour les soles de 24 à 29 cm et pour les rougets barbets de taille ≤20 cm (Figarède, 2009) (Tableau II.4.4).

Tableau II.4.4. Récapitulatif des essais menés sur la sélectivité des culs de chalut en fonction de la taille de maille, du montage et du matériau pour les chalutiers démersaux du golfe de Gascogne

Configuration	*Espèce ciblée*	*Protocole exp.*	*Mode exp. (nb traits)*	*Captures + : augmentation - : réduction*	*Référence*
Cul en maille de 80 mm*	Sole, Rouget barbet, Merlu, Encornet	CJ	CC (48)	- (en) -- (so, ro, M)	(Figarède, 2009)

CJ : chaluts jumeaux, CC : comparaison de capture, en : encornet, so : sole, ro : rouget barbet, M : merlu
* le cul de chalut témoin est monté à l'identique, en maille de 70 mm

En 2010 enfin, Sacchi *et al.* (2010) ont testé les propriétés sélectives d'un cul de chalut en mailles carrées pour le gangui, un chalut démersal spécifique de Méditerranée utilisé pour la pêche sur les prairies de posidonies. L'étude a été menée en traits alternés, l'engin témoin étant un gangui traditionnel en maillage de 22 mm et l'engin test étant muni d'un cul de chalut en mailles carrées de 40 mm. 16 paires de traits ont été réalisées entre février et septembre 2010. Les auteurs notent que le colmatage des mailles par les feuilles mortes de posidonie altère les capacités sélectives de l'engin. Les résultats sont centrés sur les 11 principales espèces retrouvées dans les captures, dont deux

espèces de serrans (*Serranus* spp), 7 espèces de labres (*Symphodus* spp et *Coris* spp.), une espèce de rascasse (*Scorpaena* spp) et le rouget barbet (*Mullus surmulletus*) . Le cul de chalut en mailles carrées de 40 mm modifie leurs proportions dans les captures (Tableau II.4.5) et la composition en taille des captures (Tableau II.4.6). Globalement, le gangui à cul de chalut en mailles carrées permet d'augmenter la taille des individus capturés. Les captures d'individus de taille inférieure à la taille de première maturité sexuelle sont réduites de 29% grâce au cul de chalut en mailles carrées, passant de 46% en nombre du total des captures à 17%. Le montage du cul de chalut en mailles carrées de 40 mm réduit les captures globales par 2.5 en poids par rapport au gangui traditionnel, ce qui représente une perte commerciale de 58% en valeur. Le dispositif est jugé inadapté pour cette pêcherie d'un point de vue économique. (Sacchi *et al.*, 2010)

Tableau II.4.5. Contribution relative en nombre des 11 principales espèces recensés aux captures de deux ganguis, l'un traditionnel et l'autre monté avec un cul de chalut en mailles carrées de 40 mm (*modifié de Sacchi et al., 2010).*

Espèce	*Contribution aux captures du gangui traditionnel (%)*	*Contribution aux captures du gangui à cul de chalut en mailles carrées de 40 mm (%)*	*Différence Témoin/Test*
Serranus scriba	25	12	-13%
Scorpaena porcus	20	13	-7%
Symphodus rostratus	10	14	+4%
Symphodus tinca	9	8	-1%
Symphodus ocellatus	5	7	+2%
Serranus cabrilla	5	-	-
Symphodus doderleini	3	7	+4%
Symphodus mediterraneus	3	7	+4%
Mullus surmulletus	2	2	0%
Coris julis	-	4	-
Symphodus cinereus	-	6	-
TOTAL	82	80	-

Tableau II.4.6. Paramètres principaux de la distribution en taille des captures pour les 11 principales espèces recensées dans les captures d'un gangui traditionnel comparé aux captures d'un gangui équipé d'un cul de chalut en mailles carrées de 40 mm (*modifié de Sacchi et al., 2010).* (*L25 : taille max de 25% des captures, L50 : taille max de 50 % des captures, L75 : taille max de 75% des captures)*

Espèce	*Gangui traditionnel*			*Gangui à cul de chalut en mailles carrées de 40 mm*		
	L50 (mm)	*L25 (mm)*	*L75 (mm)*	*L50 (mm)*	*L25 (mm)*	*L75 (mm)*
Serranus scriba	113	102	131	124	109	145
Symphodus rostratus	72	67	76	75	69	79
Scorpaena porcus	140	126	152	140	130	163
Serranus cabrilla	109	97	119	121	112	129
Symphodus tinca	135	114	160	164	134	185
Symphodus doderleini	71	68	76	73	68	77
Mullus surmulletus	190	160	199	196	183	200
Coris julis	105	91	116	111	94	118
Spicara smaris	123	120	130	125	120	128
Symphodus ocellatus	54	46	65	57	64	78
Symphodus mediterraneus	80	69	95	109	87	121

4.3. GRILLES SELECTIVES

Le Tableau II.4.7 recense l'ensemble des configurations de grilles sélectives testées à bord des chalutiers démersaux en mer Celtique et dans le golfe de Gascogne. Ces expériences concernent

spécifiquement la sélectivité des engins pour les baudroies. Le Tableau II.2.8 dresse le bilan des configurations également testées en Manche-mer du Nord.

Sélectivité baudroie, limande et raie

En 1993, la grille Nordmøre à barreaux verticaux est le seul cas d'étude scientifique publié sur l'usage de grilles comme dispositif sélectif (Isaksen *et al.*, 1992). Bien que cette grille ait été imaginée pour une flottille ciblant la crevette, le design original est conservé pour les essais de grille sélective à baudroies. La grille est positionnée dans la rallonge[4], sur sa partie ventrale et laisse un espace libre dans la partie supérieure de la rallonge pour le passage des gros individus vers la poche (Figure II.4.1, à droite). Les taux d'échappement de baudroies sont compris entre 54% et 75% (Meillat *et al.*, 1993). Les « *pertes à court terme* » de cardine (de 25% à 45% en poids, toutes tailles confondues) et de merlu (de 48 à 60% en poids, toutes tailles confondues) sont jugés trop importantes pour valider le dispositif. Les caractéristiques physiques des baudroies, ayant une tête très large pour un corps relativement plat, orientent les recherches vers le développement de grilles à barreaux horizontaux (Meillat *et al.*, 1994), puis à barreaux croisés (Meillat *et al.*, 1997).

L'ajout dans la rallonge du chalut[5] d'une grille inclinée en aluminium à barreaux croisés de 110*50 mm (Figure II.4.1) permet l'échappement de 68% des petites baudroies (<30 cm), de 72% de petites limandes (<30 cm) et de 60% de petits merlus (<30 cm). Les échappements en poids de gros individus (>30 cm) atteignent 31% pour la limande et 7% pour le merlu. Il n'y a pas d'échappement de grosses morues avec cette grille (Meillat *et al.*, 1995). Néanmoins, les problèmes liés au maniement et à l'entretien de la grille sont perçus comme rédhibitoires pour une mise en œuvre à grande échelle du dispositif.

[4]*Le chalut standard utilisé* (*témoin) est un chalut à quatre faces en PA, de diamètre différent pour ses faces dorsales* (*280 m/kg) et ventrales* (*400 m/kg). Les ailes supérieures et le grand dos du chalut témoin sont en maillage de 80 mm étiré, tandis que le reste du chalut est en maillage de 70 mm étiré. Il s'agit du maillage obligatoire pour la flottille des chalutiers démersaux exerçant dans le golfe de Gascogne depuis le 1er janvier 2000.La corde de dos mesure 27,9 m de long et le bourrelet 33,6 m. Le cul de chalut est en PA de 3 mm double fil.*

[5]*Idem 4*

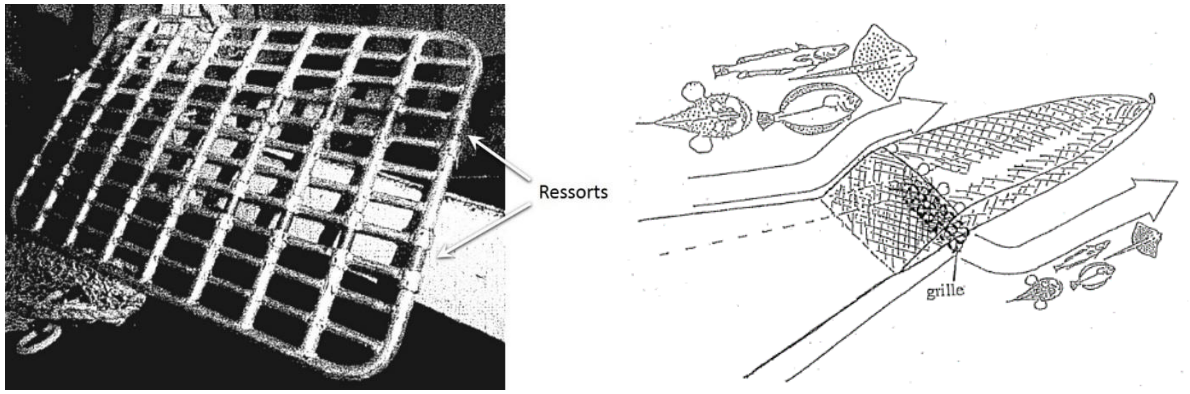


*Figure II.4.1. A gauche : grille à lotte en aluminium à barreaux croisés de 110*50 mm, ici présentée dans sa version articulée en 3 volets reliées par des ressorts* (*modifié de Meillat et al., 1998). A droite : représentation du montage de la grille à baudroie en amont du cul de chalut* (*reproduit de Dupouy et al., 2001)*

La même grille flexible en aluminium, montée en trois volets articulés à l'aide de ressorts, a été testée au début des années 2000 à bord d'un chalutier hauturier (Dupouy *et al.*, 2001). L'objectif consistait à étudier l'intérêt du dispositif pour l'ensemble des espèces bentho-démersales prépondérantes dans les captures. Les résultats indiquent une augmentation de l'échappement des espèces benthiques de 60% en poids par rapport au chalut témoin[6], les correspondances en nombre ne sont pas disponibles (Dupouy *et al.*, 2001). Les espèces dont l'échappement des individus HT est favorisé par le dispositif sont les baudroies, la limande et les raies. Les valeurs spécifiques ne sont pas précisées.

[6]*Idem 5*

Tableau II.4.7. Récapitulatif des expériences menées sur la grille sélective à bord des chalutiers démersaux en mer Celtique et dans le golfe de Gascogne.

Configuration	Espèce ciblée	Protocole exp.	Mode exp. (nb traits)	Rejets + : réduction - : augmentation	Captures + : augmentation - : réduction	Référence
Aluminium – Position ventrale inclinée – barreaux verticaux						
- 53 mm, 1 pièce	Baudroie	DP	CC (17)	++ (bd)	- (ra) -- (ca) --- (M)	(Meillat *et al.*, 1993)
- 77.5 mm, 1 pièce	Baudroie	DP	CC (20)	+ (bd)	- (ra, ca) -- (M)	(Meillat *et al.*, 1993)
Aluminium – Position ventrale inclinée – barreaux horizontaux						
- 40 mm, 1 pièce	Baudroie	DP	CC (10)	+++ (bd)	- (ra, M) -- (ca)	(Meillat *et al.*, 1994)
- 55 mm, 1 pièce	Baudroie	DP	CC (12)	+++ (bd)	- (ra) -- (M) --- (ca)	(Meillat *et al.*, 1994)
Aluminium – Position ventrale inclinée – barreaux croisés						
- L : 110 mm ; H : 50 mm	Baudroie	CJ	CC (24)	+++ (bd, ca, M)	- (ra, ca, M) --- (bd)	(Meillat *et al.*, 1994; Dupouy *et al.*, 2001)
- L : 110 mm ; H : 65 mm	Baudroie	DP	CC (13)	+++ (bd, ca) ++ (M)	- (ra, bd, M) -- (ca)	(Meillat *et al.*, 1994)

(ES : étude de sélectivité, CC : comparaison de captures, PC : poche couvrante, DP : double poche, CJ : chaluts jumeaux, TP : traits parallèles, NR : non renseigné, Mo : morue, ml : merlan, pl : plie, li : limande, bd : baudroie, ra : raies, ca : cardine)

Tableau II. 4.8. Récapitulatif des expériences menées sur la grille sélective à bord des chalutiers démersaux en Manche-mer du Nord.

Configuration	Espèce ciblée	Protocole exp.	Mode exp. (nb traits)	Rejets + : réduction - : augmentation	Captures + : augmentation - : réduction	Référence
Aluminium – Position ventrale inclinée – barreaux verticaux						
- 25 mm, 1 pièce	Plie et morue	PC	ES (1)	NR	NR	(Mortreux *et al.*, 2000)
- 25 mm, 2 volets	Plie et morue	DP	CC (1)	+ (Mo) ++ (pl)	+ (pl)	(Anonyme, 2001; Leonardi, 2009)
- 52 mm, 1 pièce	Plie et morue	DP	CC (2)	+ (ml) ++ (li, pl, Mo)	- (pl, ml)	(Mortreux *et al.*, 1999)
Aluminium – Position dorsale inclinée – barreaux verticaux						
- 52 mm, 1 pièce	Plie et morue	DP	CC (1)	+ (li, pl) ++ (Mo, ml)	- (li, pl) -- (Mo, ml)	(Mortreux *et al.*, 1999)
PU – Position dorsale inclinée – barreaux verticaux						
- 20 mm, à 45°	Merlan	TP	CC (18)	+ (ml)	+ (ml)	(Leonardi, 2009)
- 23 mm, à 30°	Merlan	TP	CC (25)	++ (ml)	- (pl)	(Leonardi, 2009)

(ES : étude de sélectivité, CC : comparaison de captures, PC : poche couvrante, DP : double poche, CJ : chaluts jumeaux, TP : traits parallèles, NR : non renseigné, Mo : morue, ml : merlan, pl : plie, li : limande, bd : baudroie, ra : raies, ca : cardine)

Sélectivité juvéniles de plie et morue

Entre 1999 et 2001, les propriétés sélectives d'une grille articulée en 2 volets, en aluminium (Figure II.4.2) et montée dans la rallonge du chalut, ont été testées selon 16 configurations différentes à bord des chalutiers démersaux de Manche-mer du Nord au cours du programme SAUPLIMOR. Les paramètres considérés pour l'étude étaient le nombre de grilles à installer (1 ou 2), l'addition d'un voile de guidage, la position du dispositif (ventrale ou dorsale), l'espacement des barreaux (de 20, 25, 35, 52 mm), la flexibilité (1, 2 ou 3 volets) et l'inclinaison de la grille (à 45° ou à 60°). La Figure II.4.3 présente les cinq types de montage testés. Deux méthodes expérimentales ont été mises en œuvre: une étude de sélectivité (11 premières configurations) et une étude en comparaison de captures[7] (5 dernières configurations) (Anonyme, 2001) (Anonyme, 2001) (Anonyme, 2001) (Anonyme, 2001) (Anonyme, 2001) (Anonyme, 2001) (Anonyme, 2001).

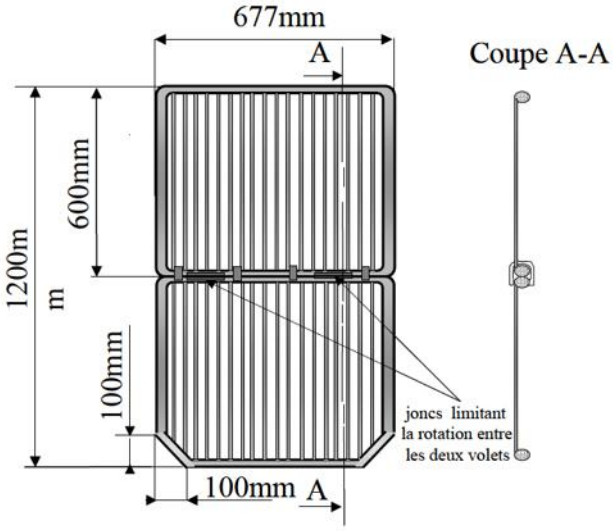


Figure II.4.2. La grille SAUPLIMOR, en aluminium et articulée en 2 volet (*reproduit de Anonyme, 2001).*

Le dispositif conservé dans le cadre du programme SAUPLIMOR correspond à la configuration de la Figure II.4.3 B, avec une grille en aluminium articulée en 2 volets dont les barreaux sont espacés de 25 mm. Les résultats principaux sont regroupés dans le Tableau II.4.9.

[7] *Le chalut de référence est en PE 4 mm simple, de 90 mm de maille étirée et de 150 mailles de circonférence.*

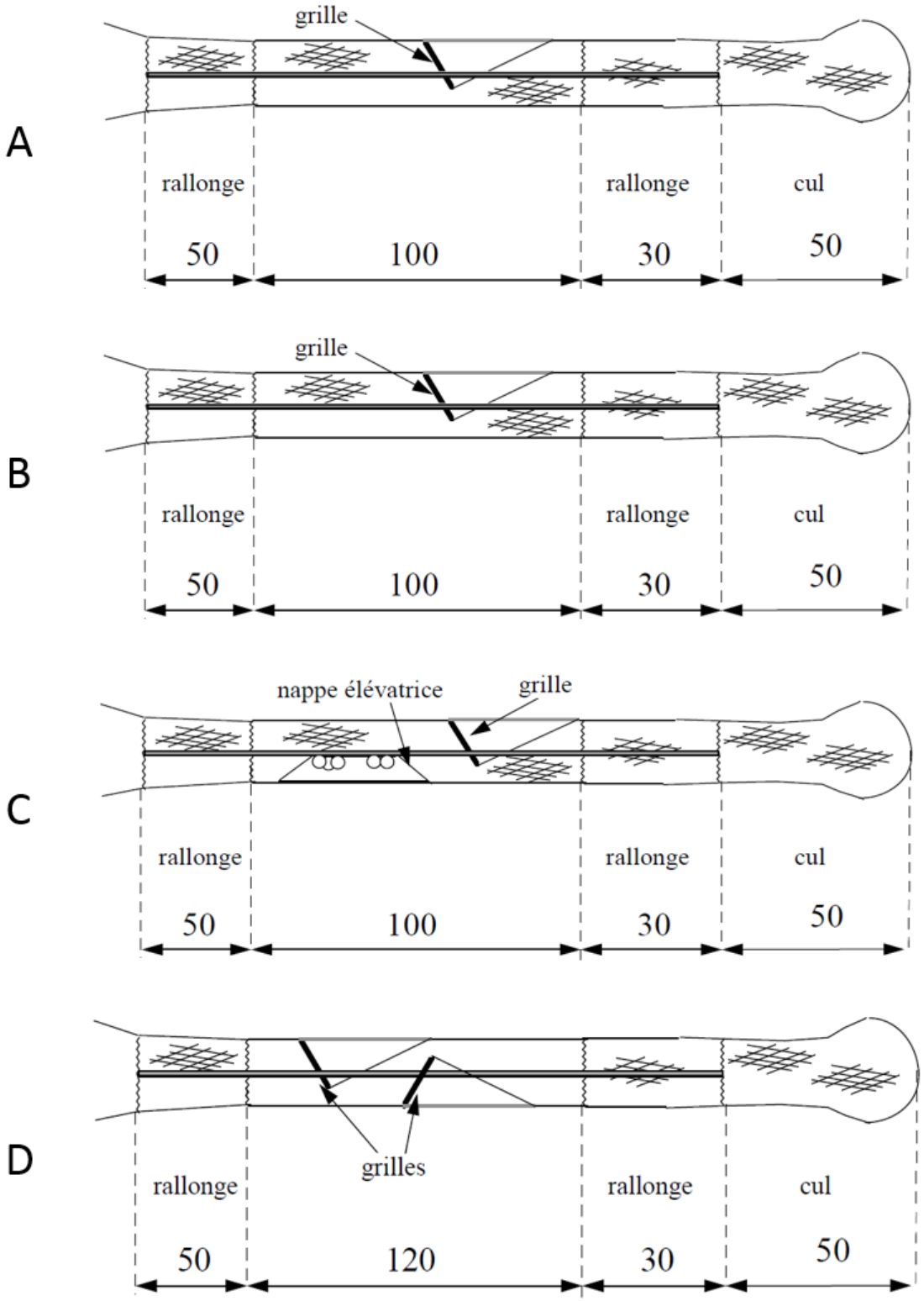


Figure II.4.3. Montage d'une grille sélective placée dans la rallonge du chalut pour la flottille des chalutiers mixtes du Nord-Pas de Calais (A) seule (une configuration identique où rallonge, dispositif et cul de chalut subissent une rotation de 180° par rapport au plan horizontal du chalut a également été testée), (B) associée à un voile de guidage placé en amont, (C) associée à une nappe élévatrice placée en amont, et (D) associée à une deuxième grille sélective et disposées en « chicane ». Les chiffres indiquent le nombre de mailles composant la longueur de chaque section. Une configuration identique où rallonge, dispositif et cul de chalut subissent une rotation de 180° par rapport au plan horizontal du chalut a également été testée. (Reproduit de Anonyme, 2001)

Tableau II.4.9. Récapitulatif des résultats obtenus à l'aide du dispositif sélectif sélectionné à l'issue du programme SAUPLIMOR (1999-2001) sur l'échappement des juvéniles et les paramètres de sélectivité de quatre espèces dominantes dans les captures de la flottille des chalutiers mixtes du Pas de Calais (modifié de Anonyme, 2001).

Rappel des résultats de sélectivité																
		PLIE				MORUE				MERLAN				SOLE			
CHALUT	SAISON	L50 (cm)	NJS	PIC	PEP	L50 (cm)	NJS	PIC	PEP	L50 (cm)	NJS	PIC	PEP	L50 (cm)	NJS	PIC	PEP
standard	printemps	13	1%	0%	0%	--	2%	0%	0%	11	19%	8%	11%	--	--	0%	--
	automne	15	17%	0%	8%	--	0%	0%	0%	19	20%	4%	8%	25	96%	0%	88%
grille 25 mm	printemps	17	26%	5%	10 %	20	24%	0%	17%	25	68%	34%	64%	--	--	0%	--
	automne	16	35%	4%	16 %	--	0%	0%	0%	24	53%	34%	43%	28	98%	0%	93%
Tailles marchandes		TM = 27 cm				TM = 35 cm				TM = 27 cm				TM =24 cm			
Tailles à 50% de maturité		T50 = 25 cm				T50 = 45 cm				T50 = 22 cm				T50 = 26 cm			

L50 : taille à 50 % de retenue, en cm

NJS : pourcentage du Nombre de « Juvéniles » (<taille min. au débarquement) Sauvegardés

PIC : pourcentage de Perte Immédiate Commerciale (>taille min. au débarquement) en poids

PEP: Pourcentage d'échappement en poids

En plus des deux espèces visées par le dispositif (plie et morue), des améliorations significatives ont été obtenues pour deux autres espèces économiquement importantes dans les captures de la flottille : le merlan et la sole. Ainsi,

- l'usage de la grille sélective permet une augmentation de la valeur de L50 pour les quatre espèces considérées (plie : +4 cm au printemps, morue : L50 de 20 cm alors qu'aucun échappement n'était observé avec le chalut classique, merlan : +14 cm au printemps, sole : +3 cm à l'automne quand les concentrations sont fortes) ;

- En terme d'échappement en nombre des individus HT, le dispositif sélectif augmente de 21.5% en moyenne celui de la plie, triple celui du merlan en moyenne (de 19% à 68%) et multiple par 12 celui de la morue (de 2 à 24%). Enfin, alors que le chalut standard permet déjà un échappement de 96% en nombre des individus HT de sole, ce taux passe à 98% avec le dispositif sélectif;

- Les échappements en poids de poissons TC n'excèdent pas 5% (plie, au printemps) à l'exception du merlan, où elles atteignent 34% ;

- Les valeurs du L50 pour la plie (16,5 cm en moyenne) et la morue (20 cm) restent inférieures à la taille commerciale minimum de ces espèces (respectivement de 27 et 35 cm).

Sélectivité merlan

Le programme SAUPLIMOR a également révélé l'efficacité du dispositif « voile de guidage + grille » positionnée dans la partie haute de la rallonge (Figure II.4.3 B pivotée à 180°) qui permet

l'échappement de 84% du merlan HT en nombre (espacement des barreaux de 20 mm, inclinée) (Anonyme, 2001). La grille sélective est donc reconsidérée pour le programme SELECMER. Les évolutions technologiques et les développements préalables autour de la grille à langoustine (p.48) conduisent à repenser le dispositif dans le cadre du programme SELECMER (2008-2009). La grille est réalisée en PU, à barreaux ronds, et mesure 1.025 m (H) x 0.745 m (l). Il s'agit d'un bloc unique non articulé, la flexibilité étant assurée par l'usage d'un matériau polymère. L'objectif portant sur la sélection du merlan, l'espacement vertical est privilégié. Le montage est conservé : la grille est positionnée dans la partie dorsale de la rallonge, avec une zone de passage libre en dessous. Deux inclinaisons de la grille sont testées, à 45° et à 30° (Figure II.4.4).

Figure II.4.4. Illustration du montage de la grille sélective conçue pour le programme SELECMER (*reproduit de Leonardi, 2009)*

La grille inclinée à 30° et aux barreaux espacés de 23 mm permet un échappement de petits merlans (<22 cm) et de petite plie (de 22 à 29 cm) de 30% et de 50% en nombre respectivement par rapport au chalut de référence[8] (Leonardi, 2009). Si cette nouvelle grille améliore l'échappement global, la grille en aluminium de 30 mm d'espacement inter-barreaux était plus efficace pour l'échappement spécifique du merlan. Elle entraine également d'importants échappements de poissons commercialisables et la variabilité observée dans les résultats est importante. Les grilles sélectives testées au cours du programme SELECMER ne sont pas utilisées par les professionnels à ce jour.

[8]*Il n'y a pas de chalut standard défini sur SELECMER du fait de la grande variabilité des navires. Au cours des expérimentations, le chalut de référence est équipé du PMC de 3 m x 1 m obligatoire en Manche-mer du Nord, tandis que le chalut test est équipé de la grille à tester seule. (*Leonardi, 2009)

Conclusions

Les grilles sélectives en position inclinée, facilitant un échappement vers le haut, et positionnées dans la partie dorsale de la rallonge sont les dispositifs les plus fréquemment retrouvés dans les essais menés en France. L'efficacité d'une grille pour une espèce donnée est liée à la configuration des barreaux. Ainsi, les poissons plats bénéficient de l'emploi de grilles aux barreaux horizontaux, tandis que les poissons ronds sont mieux sélectionnés par des grilles aux barreaux verticaux. Les niveaux d'échappement observés augmentent avec l'espacement inter-barreaux, nécessitant de faire un choix entre limitation des rejets et réduction des captures commerciales. Les valeurs de L50 augmentent pour l'ensemble des espèces sur lesquelles l'usage une grille a été testée.

Les grilles sélectives sont encore mal perçues par la profession, qui les considère difficile à manier. Les coûts d'entretien, liés à la résistance du matériau constitutif des grilles, sont un autre frein à l'adoption de ce type de dispositif. Malgré leur efficacité, aucune grille sélective n'est actuellement retenue comme un dispositif réglementaire en France à bord des chalutiers démersaux.

4.4. PANNEAUX A MAILLES CARREES

L'ensemble des configurations de PMC testées à bord des chalutiers ciblant les espèces démersales et benthiques sont répertoriées dans le Tableau II.4.10. Les résultats obtenus pour chacune sont détaillées dans les paragraphes suivants, en fonction des espèces ciblées par le dispositif.

Sélectivité Toutes Espèces

Le PMC a été testé en Manche Est-mer du Nord selon deux configurations différentes au cours du programme SELECMER. Dans un premier temps, le PMC merlu, mis au point dans le golfe de Gascogne, a été modifié en augmentant son maillage à 120 mm jauge et sa position dans la rallonge, à 6 m du raban de cul – « position arrière » – puis à 10.5 m – « position avant » (Figure II.4.5, à droite). Une deuxième expérience consistait à ajouter un deuxième PMC dans le chalut en amont d'un PMC identique au dispositif PMC merlu développé dans le golfe de Gascogne. Ce deuxième PMC est placé dans le gorget et cible spécifiquement le merlan sur la base d'un échappement actif vers le haut (Figure II.4.5, à gauche).

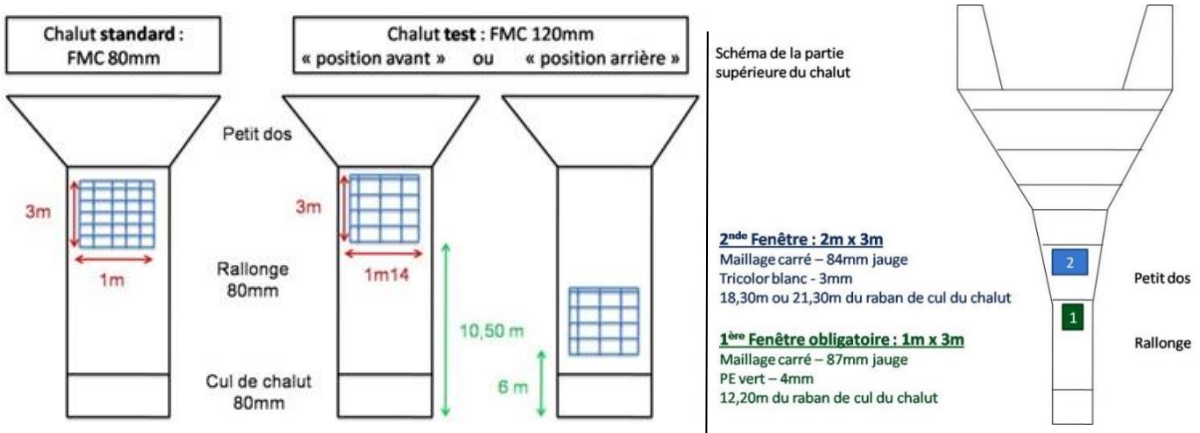


Figure II.4.5. Représentation du montage des panneaux à mailles carrées testés au cours du programme SELECMER (reproduit de Leonardi, 2009). A droite : le PMC « merlu » modifié. A gauche : ajout d'un deuxième PMC dans le gorget.

Le PMC en 120 mm permet des niveaux d'échappement compris entre 13% et 40% en nombre de petits merlus (<27 cm), et entre26% et 28% en poids pour les individus TC (>27 cm). Le dispositif ne permet pas de sélectivité intra-spécifique pour les merlans de 22 à 35 cm. Le PMC n'améliore que peu l'échappement des petites morues (7% en nombre pour un PMC de 120 mm de maille placé en position arrière).

En revanche, l'échappement des individus HT des autres espèces démersales et benthiques est bon lorsque le panneau est placé en position arrière, à 6 m du raban de cul (échappement en nombre, toutes tailles confondues : chinchard : 54% ; maquereau : de 32 à 60% ; limande : de 7 à 19% ; plie : de 11 à 42%) (Leonardi, 2009).

La deuxième configuration, avec l'ajout d'un deuxième PMC, n'amène aucune amélioration de la sélectivité du chalut pour le merlan, elle a donc été abandonnée.

Conclusions

L'efficacité du PMC pour les espèces démersales apparait fortement liée à sa position dans la rallonge, et augmente à mesure que sa distance au cul de chalut diminue selon les essais menés en France. Les échappements obtenus par une augmentation de la taille des mailles semblent moins avantageux (Tableau II.4.10).

Tableau II.4.10. Récapitulatif des expérimentations menées au cours du programme SELECMER sur l'usage du panneau à mailles carrées pour la sélectivité à bord des chalutiers démersaux (TP : traits parallèles, CC : comparaison de capture, NR : non renseigné, ml : merlan, li : limande, Mo : morue, ma : maquereau, ch : chinchard, pl : plie, gr : grondin rouge, se : seiche, en : encornet)

Configuration	Espèce ciblée	Protocole exp.	Mode exp. (nb traits)	Rejets + : réduction - : augmentation	Captures + : augmentation - : réduction	Référence
PMC obligatoire modifié en 120 mm jauge	Merlan					
- à 6 m du raban de cul		TP	CC (27)	NR	NR	(Leonardi, 2009)
- à 10.5 m du raban de cul		TP	CC (32)	+ (ml, li, Mo) ++ (ma, ch, pl)	- (ml)	(Leonardi, 2009)
*PMC 87 mm jauge de 3 m*2 m, ajouté au PMC obligatoire,*	Merlan					
- à 21.3 m du raban de cul		TP	CC (16)	- (ml)	+ (ml)	(Leonardi, 2009)
- à 18.3 m du raban de cul		TP	CC (22)	- (ml)	+ (ml)	(Leonardi, 2009)

4.5. CYLINDRES A MAILLES CARREES

Le cylindre à mailles carrées a été testé à bord des flottilles de chalutiers démersaux de Manche-mer du Nord au cours du programme SELECFISH (2013-2014). L'objectif recherché est la réduction des rejets de l'ensemble des espèces soumises à quota, en vue de la mise en application de l'obligation de débarquement. Les essais portent sur l'influence de la taille des mailles (80 mm, 100 mm ou 115 mm jauge) et de la longueur du dispositif (1 m ou 2 m) dans l'échappement des individus (Tableau II.4.11). Le dispositif est situé dans la rallonge. Au total, 5 séries de mesures ont été réalisées, dont 4 à bord de chalutiers ≥18 m et 1 à bord des chalutiers <18 m. Le CMC est monté dans la rallonge, en arrière du PMC règlementaire. Les résultats obtenus sont présentés par espèce.

Sélectivité merlan

Pour les chalutiers ≥18 m, le CMC en 80 mm (L=2 m) associé au PMC règlementaire permet, en Manche, une réduction des rejets de merlan de 34% en poids et une réduction de 2% de la partie commerciale. La version courte (L=1 m) du même CMC permet une réduction des rejets de 28% en poids pour une augmentation de 1% de la fraction commerciale. Le CMC de 100 mm jauge (L=2 m) associé à un PMC de 80 mm jauge de 3 m par 1 m enregistre une réduction de 58% en poids des rejets et de 50% en poids de la fraction commerciale. Enfin, le CMC de 115 mm jauge permet de réduire les rejets de merlan de 35% en poids, tandis que la fraction commerciale augmente de 47% en poids (Weiller *et al.* 2014).

L'utilisation d'un CMC de 80 mm jauge (L=2 m) à bord des chalutiers ≤18 m réduit les rejets de merlan de 59% en poids et la fraction commerciale de 2% en poids de merlan (Weiller *et al.* 2014).

Sélectivité Plie et Limande

Pour les chalutiers ≥18 m, les CMC de 80 mm et de 100 mm jauge ne sont pas adaptés à la sélectivité des poissons plats. Le CMC en 80 mm (L=2 m) entraine une réduction de la fraction commerciale en poids de plie et de limande de 41% et 30% respectivement, pour une réduction des rejets en poids atteignant 7% et 17% respectivement. Dans sa version courte (L=1 m), les rejets sont réduits de 23% et de 5% en poids pour la plie et la limande, et la fraction commerciale de 24% et 91% respectivement.

Tableau II.4.11. Récapitulatif des expérimentations menées sur l'usage du cylindre à mailles carrées pour la sélectivité à bord des chalutiers démersaux.

Configuration	Espèce ciblée	Protocole exp.	Mode exp. (nb traits)	Rejets + : réduction - : augmentation	Captures + : augmentation - : réduction	Référence
Chalutiers démersaux ≥18 m équipé d'un PMC règlementaire de 3 m x 1 m en 80 mm jauge						
CMC 80 mm jauge, 2 m de long 80 mm jauge, 1 m de long 115 mm jauge, 2 m de long 100 mm jauge, 2 m de long	Merlan	 CJ CJ CJ CJ	 CC (41) CC (17) CC (14) CC (22)	 ++ (ml) +++ (ma, ch, ha) + (li, gr) ++ (ml, pl, ma) + (pl) ++ (li, gr, ma, ml) + (li) ++ (ml, ch, pl) +++ (ma)	 + (ma, ml) - (pl, li) - (gr) -- (pl, ma) --- (li) + (ml) - (li) -- (ma) + (pl) ++ (ml) - (se, li) -- (ma, ml, pl) + (en)	(Weiller *et al.*, 2014)
Chalutiers démersaux <18 m						
CMC seul, 80 mm jauge, 2 m de long	Plie	 CJ	 CC (17)	 ++ (ml, pl, li)	 - (ml, li, se, en) -- (pl)	(Weiller *et al.*, 2014)

CJ : chaluts jumeaux, CC : comparaison de capture, ml : merlan, ma : maquereau, ch : chinchard, ha : hareng, pl : plie, li : limande, se : seiche, en : encornet

Le CMC de 100 mm (L=2 m) jauge associé au PMC de 80 mm jauge limite les rejets de limande de 38% en poids et ceux de plie de 21%. La réduction de la fraction commerciale atteint 27% en poids pour la plie et 14% pour la limande. Le CMC de 115 mm jauge (L=2 m) associé au PMC règlementaire est le seul dispositif qui n'entraine pas de réduction de la fraction commerciale (plie : +3% en poids, limande :-3% en poids), les rejets sont respectivement diminués de 14% et 35% en poids pour la plie et la limande (Weiller *et al.* 2014).

Les résultats sont plus mitigés pour les navires <18 m, où le CMC de 80 mm jauge (L=2 m) est utilisé seul : les rejets sont diminués de 29% et 35% en poids pour la plie et la limande, et la fraction commerciale de chacune des espèces est respectivement réduite de 22% et 8% en poids (Weiller *et al.* 2014).

Sélectivité « petits pélagiques »

Les principales espèces pélagiques retrouvées dans les captures des flottilles de chalutiers démersaux étudiées sont le maquereau, le hareng et le chinchard.

Sur les chalutiers ≥18 m, l'utilisation d'un CMC de 80 mm jauge de 2 m de long associé au PMC obligatoire permet de réduire les rejets de harengs et de chinchard de 40% en poids. En mer du Nord, le dispositif permet de réduire les rejets de maquereau de 64% en poids, pour une réduction de 16% de la fraction commerciale. L'utilisation d'un maillage de 115 mm limite les rejets de maquereau de 54% en poids mais réduit la fraction commerciale de 49% en poids, et un dispositif identique d'une longueur d'1 m réduit les rejets de maquereau de 45% en poids mais occasionne une réduction de 54% de la fraction commerciale, sans bénéfice pour les autres espèces pélagiques. Enfin, l'utilisation d'un CMC de 100 mm jauge associé à un PMC en 80 mm jauge de 3 m par 1 m entraine une réduction de 88% des rejets de maquereau en poids pour une réduction de la fraction commerciale de 38% (Weiller *et al.* 2014).

L'utilisation d'un CMC de 80 mm jauge (L=2 m) à bord des chalutiers ≤18 m ne modifie pas les captures de petits pélagiques pour cette flottille.

Conclusions

Les résultats obtenus sur l'usage des CMC diffèrent d'une flottille à l'autre.

A bord des chalutiers démersaux ≥18 m, les CMC en 80 mm jauge permettent une réduction maximale des rejets de merlan de 34% en poids mais sont associés à une réduction importante de la fraction commerciale ou à une réduction insuffisante des rejets de poissons plats. Le CMC en 115 mm jauge

(L=2 m) obtient les résultats les plus concluants, avec une augmentation de la fraction commerciale de de merlan, pas de pertes en poissons plats et des réductions de rejets comprises entre 14% et 35% en poids. La réduction de la fraction commerciale de petits pélagiques atteint 54% en poids avec ce dispositif (Weiller *et al.*, 2014)

Un seul CMC a été testé à bord des chalutiers démersaux <18 m, en 80 mm jauge (L=2 m). Son utilisation limite les rejets de merlan (-59% en poids) et de poissons plats (max. -35% en poids), pour une réduction des captures commercialisables inférieure à 25% en poids pour l'ensemble des espèces (Weiller *et al.* 2014).

4.6. CHALUT A GRANDES MAILLES

Sélectivité morue

Le chalut à grandes mailles « Eliminator trawl »™ a été développé en Atlantique Nord-Ouest pour sauvegarder les ressources en cabillaud dans le contexte d'une pêcherie ciblant l'églefin, avec d'excellents résultats (Beutel *et al.*, 2008). Dans l'espoir de renouveler ces résultats pour les stocks de cabillaud de mer du Nord, une version modifiée (voir Annexe 4, CE, 2009) a été testée pour la flottille des chalutiers démersaux de 20-24 m puis de 16-20 m exerçant en Manche Est-mer du Nord au cours du programme SELECCAB. Le ventre et les ailes sont constitués d'un maillage de 2400 mm étiré, le dos et le petit ventre de 800 mm étiré, le petit dos et le gorget de 200 mm étiré. La rallonge et le cul de chalut conservent un maillage en 80 mm étiré (Figure II.4.6).

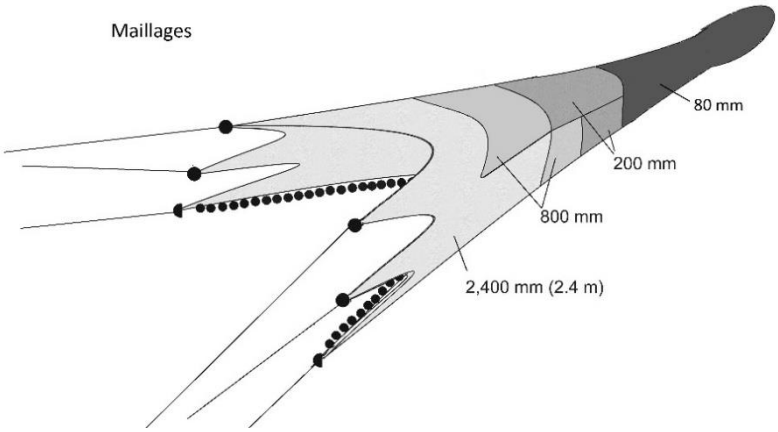


Figure II.4.6. Vue du chalut à grandes mailles. Les maillages indiquées sont en maille étirée (*reproduit de Viera, 2010b).*

Les échappements obtenus pour les navires de 20-24 m atteignent 82% en poids pour le cabillaud, et 94% pour les individus HT[9]. La fraction commercialisable des captures est réduite de 38% en poids pour le merlan, 91% en poids pour le tacaud, 74% en poids pour le flet et de 66% en poids pour la limande (Viera, 2010a). A bord des chalutiers mixtes de 16-20 m, la fraction commercialisable diminue également de 80% en poids de cabillaud, et de 58% en poids global. L'engin entraine une augmentation de 15% des taux de rejets pour cette flottille.

Un deuxième essai a été mené sur la flottille des chalutiers hauturiers de mer du Nord ciblant le lieu noir. L'expérience est menée en traits parallèles entre le chalut à grandes mailles et le chalut allemand[10] traditionnellement utilisé. Les échappements de cabillaud et de lingue (*Molva*) – une autre espèce sous quota – atteignent respectivement de 92% et 90% en poids dans le chalut sélectif par rapport au total des captures, sur l'ensemble de la gamme de taille. Les captures de grondin rouge sont réduites de 85% en poids. Néanmoins, le dispositif n'est pas à la hauteur des attentes des professionnels : les avaries sont fréquentes (déchirement du grand dos du fait de tensions trop fortes dans le gréement) et l'engin occasionne une réduction de 57% en poids des débarquement de lieu noir, principale ressource économique de la flottille (dont 75% de réduction sur les 42-48 cm et 70% sur les 55-63 cm) (Viera, 2010b).

Conclusions

Les expérimentations menées en France sur le chalut à grandes mailles ne permettent pas de répondre aux problématiques de sélectivité rencontrées. Les pertes commerciales sont importantes et le gréement associé au dispositif nécessite d'être amélioré pour réduire le risque d'avarie.

4.7. ASSOCIATIONS DE DISPOSITIFS

Comme pour les chalutiers langoustiniers, les expérimentations menées dans le cadre de la sélectivité des engins pour les espèces bentho-démersales se sont orientées vers l'élaboration de chaluts munis de plusieurs dispositifs. Ces associations ont pour objectif de permettre l'échappement d'une plus grande diversité d'espèces dans le cadre d'une pêcherie plurispécifique. L'ensemble des configurations d'associations de dispositifs testées sont recensées dans le Tableau II.4.12.

[9] *Le chalut témoin est un chalut étaplois utilisé traditionnellement par cette flottille.*

[10] *Voir Deschamps et al. (*2003) *pour une description détaillée du chalut allemand.*

Sélectivité morue

Dans le cadre du programme SELECCAB, deux grilles spécifiques ont été développées comme alternative au chalut à grandes mailles recommandé dans le règlement (CE) n°43/2009 (voir §4.6, p.90). L'objectif de ces nouvelles grilles est de permettre une réduction des captures de cabillaud au moins équivalente à celle obtenue avec un chalut à grandes mailles, tout en conservant les acquis du programme SELECMER pour l'échappement du merlan HT.

La première grille, réalisée en PU, vise exclusivement le cabillaud et sera montée en association avec la grille à merlan développée pour le programme SELECMER. L'espacement horizontal est privilégié avec une hauteur inter-barreaux de 90 mm (Figure II.4.7). A bord des navires de 20-24m, ce dispositif à « double grille » permet un échappement en nombre des individus HT de 48% pour le cabillaud et de 53% pour le merlan, les débarquements sont réduits de 38% et 36% en poids respectivement. Cette dernière valeur est inférieure aux résultats obtenus avec un chalut à grandes mailles. La fraction commercialisable est réduite de 25% à 37% en poids, toutes espèces confondues, et particulièrement de 56% en poids pour les débarquements de petite roussette et de 55% pour le maquereau. Les essais menés à bord des navires de 16-20 m avec le même dispositif ne permettent pas de conclure sur les échappements de cabillaud. Pour les autres espèces, le chalut muni de deux grilles sélectives entraine un échappement moyen de 24% en poids toutes tailles confondues. Les plus forts niveaux d'échappement sont obtenus pour la grande roussette (-55% de captures totales en poids), la raie bouclée (-58% en poids), le merlan (-49% en poids) et le Saint Pierre (-41% en poids) (Viera, 2010a).

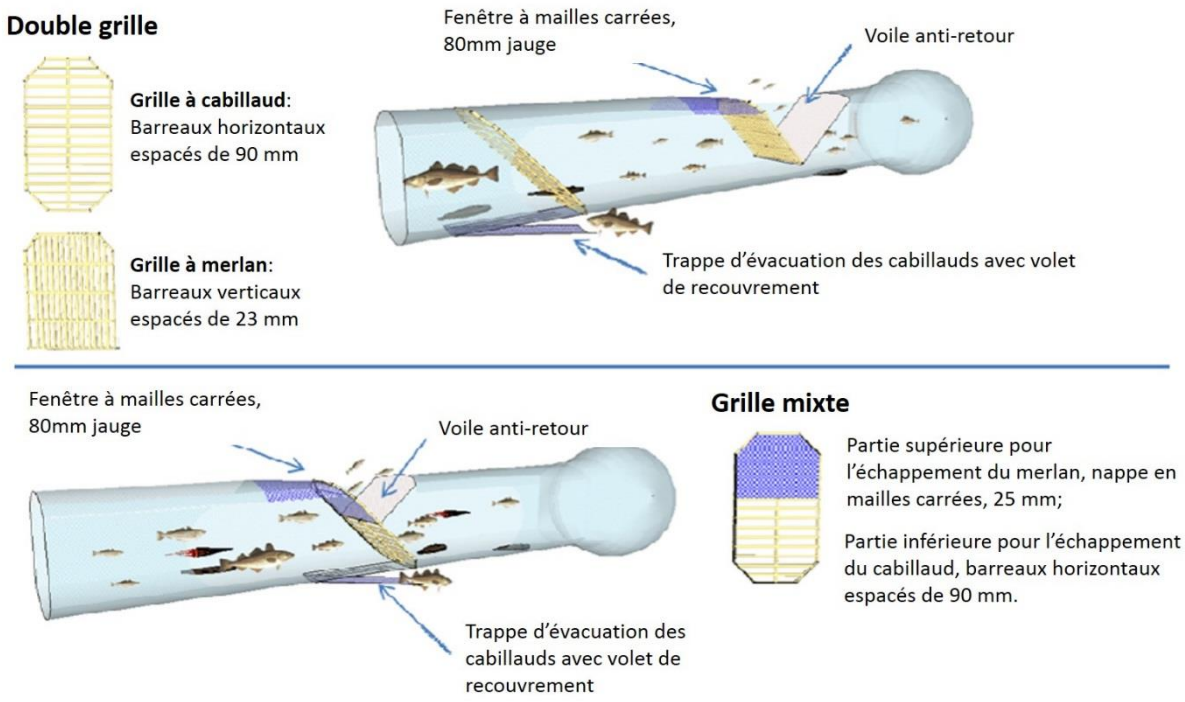


Figure II.4.7. Présentation des deux dispositifs de grilles sélectives testés au cours du programme SELECCAB et des deux grilles spécialement réalisées pour le programme : la grille à cabillaud (en haut) et la grille mixte (en bas) (reproduit de Viera, 2010a)

La seconde est une grille « mixte » à deux panneaux distincts : sa partie basse est configurée de la même manière que la grille à cabillaud, tandis que sa partie haute est constituée d'une nappe en mailles carrées de 25 mm de côté. L'échappement des gros individus est assuré par une trappe d'évacuation située à la base de la grille à cabillaud et par trois incisions longitudinales pratiquées dans la nappe ventrale de la rallonge qui permettent de limiter les pertes commerciales des autres espèces visées par la pêcherie. Un panneau en mailles carrées (80 mm jauge) est ajouté directement en amont de la grille visant à l'échappement du merlan (Figure II.4.7). La grille mixte augmente les captures d'individus HT de merlan de 9% et provoque une perte pondérale de 40% sur les débarquements de l'espèce. Le niveau d'échappement observé pour le cabillaud toutes tailles confondues est de 31% en poids et de 27% en nombre pour les individus HT, ce qui est insuffisant par rapport aux demandes de la législation (plan cabillaud (CE 2008)). La grille mixte entraine également des échappements sur les espèces annexes de la pêcherie (limande: -43% des captures commerciales ; tacaud: -71% des débarquements) (Viera, 2010a).

Tableau II.4.12. Récapitulatif des expériences menées sur les associations de dispositifs à bord des chalutiers démersaux.

Configuration	Espèce ciblée	Protocole exp.	Mode exp. (nb traits)	Rejets + : réduction - : augmentation	Captures + : augmentation - : réduction	Référence
Manche-mer du Nord						
Deux grilles en PU +FMC - Grille 1 : barreaux horizontaux de 90 mm d'espacement +poche à cailloux Grille 2 : barreaux verticaux de 23 mm d'espacement + FMC (80 mm de jauge, 3 m x 1 m)	Morue, merlan	CC	TP (20 sur les 20-24 m)	++ (ml, Mo) +++ (ch)	-- (ma) --- (ptr)	(Viera, 2010b)
			TP (22 sur les 16-20 m)	++ (ml)	-- (ml, sp, gdr, ra)	(Viera, 2010a)
Grille mixte +FMC - Partie sup. en MC 25 mm côté. Partie inf. en PU à barreaux horizontaux de 90 mm d'espacement + trappe d'évacuation+ FMC (80 mm jauge, 3 m x 1 m)	Morue, merlan	CC	TP (21)	++ (pl) – (ml)	-- (ml, Mo, li)	(Viera, 2010a)
CMC +grille en PU - CMC en 80 mm jauge, de 2 m. Grille à barreaux verticaux de 23 mm d'espacement	Toutes espèces démersales	CC	TP (20)	+ (li, ch) ++ (ma, ml, pl)	- (se) -- (pl, li) + (ma, ml, en)	(Weiller *et al.*, 2014)
CMC +grille en aluminium - CMC en 80 mm jauge, de 2 m. Grille à barreaux verticaux de 30 mm d'espacement	Toutes espèces démersales	CC	TP (23)	++ (pl, li) +++ (ml, ha)	- (li, pl) -- (ml, se, en)	(Weiller *et al.*, 2014)

CC : comparaison de captures, TP : traits parallèles, ml : merlan, Mo : morue, ch : chinchard, ma : maquereau, ptr : petite roussette, sp : saint pierre, gdr : grande roussette, ra : raie, pl : plie, li : limande, se : seiche, ha : hareng

Les essais de grilles effectués dans le cadre du programme SELECCAB ne sont donc pas concluants. Si la fenêtre à mailles carrées placée en amont de la grille à merlan s'avère efficace pour éviter son colmatage, le dispositif de grille à cabillaud n'a pu être validé du fait de la faible abondance de l'espèce dans les captures au moment des expérimentations et de son inefficacité à laisser s'échapper les gros individus lorsqu'ils étaient présents. La grille mixte montre des effets inverses de ceux escomptés, obtenus pour la sélectivité merlu dans le golfe de Gascogne. Enfin, les niveaux d'échappement obtenus sur le cabillaud sont insuffisants par rapport au chalut à grandes mailles.

Sélectivité toutes espèces

Dans la continuité des expériences précédentes, les CMC montés en association avec les grilles développées au cours des programmes SELECMER et SELECCAB ont été testés à bord des chalutiers démersaux de Manche Est-mer du Nord au cours du programme SELECFISH.

Le CMC testé à bord des chalutiers ≥18 m mesure 2 m de long et 60 mailles de circonférence. Les barreaux de la grille SELECMER qui lui est associée sont espacés de 23 mm[11] (Figure II.4.8). L'engin sélectif permet de réduire les rejets totaux de 8% en poids et, en particulier, ceux de merlan, de plie, de limande, de maquereau et de chinchard de 34%, 39%, 27%, 54% et 16% respectivement. Les captures commerciales sont réduites de 28% pour la limande, 27% pour la plie et de 13% pour la seiche, tandis que les captures commerciales de merlan, de maquereau et d'encornet augmentent respectivement de 15%, 9% et 15% (Weiller *et al.*, 2014).

Figure II.4.8. Dispositif sélectif constitué d'un CMC, en maille de 80 mm et 2 m de long, associé à la grille SELECMER (voir Figure II.4.4), testé à bord des chalutiers démersaux ≥18 m de Manche Est-mer du Nord au cours du programme SELECFISH (reproduit de Weiller et al.*, 2014).*

[11] Le dispositif est testé par comparaison de capture avec un chalut étaplois de 120 mailles de circonférence et de 12 m de long, équipé du PMC obligatoire (1 m x 3 m, 80 mm jauge). Les deux engins sont équipés d'un bourrelet cascadeur *(*Weiller *et al.*, 2014).

A bord des chalutiers de Manche Est-mer du Nord <18 m, le dispositif est modifié pour adjoindre une grille de type SAUPLIMOR aux barreaux espacés de 30 mm à un CMC de 2 m de long et de 80 mm de maille à la jauge (Figure II.4.9)[12]. L'expérience menée indique une réduction de 78% en poids des rejets toutes espèces confondues, avec une capture commerciale réduite de 34% en poids. Le merlan est l'espèce pour laquelle le dispositif est le plus efficace, avec une réduction des rejets de 93% en poids. Les captures commerciales de l'espèce sont réduites de 34% en poids. Les rejets de plie et de limande sont réduits de 42% et 43% en poids respectivement, pour une réduction des captures commerciales de 28% et 10% en poids. Enfin, les rejets de hareng sont réduits de 93% en poids (Weiller *et al.*, 2014).

Figure II.4.9. Dispositif sélectif constitué d'un CMC, en maille de 80 mm et 2 m de long, associé à une grille SAUPLIMOR aux barreaux verticaux espacés de 30 mm (voir Figure II.4.4), testé à bord des chalutiers démersaux de Manche Est-mer du Nord <18 m au cours du programme SELECFISH (reproduit de Weiller et al.*, 2014).*

Conclusions

Les CMC associés à une grille sélective montrent des résultats encourageants à bord des chalutiers démersaux de Manche Est-mer du Nord <18 m. Les pertes commerciales sont plus faibles que lors des expériences menées sur l'usage de doubles grilles et équivalentes à celles obtenues avec un CMC seul. Les taux d'échappement observés avec un CMC et une grille sont plus importants qu'avec un CMC de 80 mm jauge utilisé seul. Pour les navires ≥18 m, les niveaux d'échappement obtenus pour l'ensemble des espèces sont inférieurs à ceux obtenus avec un CMC de 80 mm jauge utilisé seul.

[12] Ici, le dispositif est testé par comparaison de capture avec un chalut étaplois de 100 mailles de circonférence et de 12 m de long, sans PMC. Les deux engins sont équipés d'un bourrelet cascadeur (Weiller *et al.*, 2014).

4.8. PERSPECTIVES INTERNATIONALES

Les travaux portant sur la sélectivité des engins de pêche à bord des chalutiers démersaux sont très nombreux. Afin d'en conserver l'essentiel pour cette synthèse, seuls les travaux portant sur des espèces de même profil que les principales espèces exploitées par les flottilles françaises sont pris en compte. L'accent est également mis sur les travaux les plus récents.

Sélectivité gadidés

Les rejets de gadidés sont fréquents dans les pêcheries de l'Atlantique Nord-Est. Ces rejets sont générés par la pratique de pêcheries plurispécifiques assujetties à quota et par d'importantes captures accessoires, dans les pêcheries de crustacés par exemple.

Les travaux portant sur l'usage de **grilles sélectives** en recensent 3 principaux types pour l'amélioration de l'échappement des gadidés. Un bilan technique détaillé de ces grilles peut être consulté dans Herrmann *et al.* (2013).

- Grilles rigides « Sort-V » et « Sort-X » : les grilles de types Sort-X sont les plus anciennes et ont été graduellement abandonnées car peu maniables. Les grilles Sort-V sont plus petites pour une même efficacité (Graham *et al.*, 2004; Jørgensen *et al.*, 2006). Le montage des grilles Sort-V est identique au montage utilisé au cours des programmes SELECMER et SELECFISH.

- Grilles rigides « Nordmøre » : ce type de grilles est initialement destiné aux pêcheries mixtes poissons-crustacés mais le dispositif a été décliné pour certaines flottilles de chalutiers démersaux (Fonseca, Campos, *et al.*, 2005; Bayse *et al.*, 2014).

- Grilles souples « flexi-grid » : ces grilles souples sont intégrées dans les nappes du chalut à l'horizontal (O'Neill *et al.*, 2008) ou montées inclinées (Lomeli et Wakefield, 2013). Elles sont similaires aux grilles développées au cours du programme SELECMER (Leonardi, 2009).

Par rapport à un chalut identique sans dispositif sélectif, une grille de type « Sort-V » permet d'augmenter l'échappement d'églefin et de morue de 14% et 13% respectivement toutes tailles confondues, soit un échappement total moyen de 93% et 75% (Grimaldo *et al.*, 2008; Grimaldo *et al.*, 2009). Sistiaga *et al.* (2008) identifient une relation linéaire entre la valeur du L50 pour ces deux espèces et l'espacement inter-barreaux d'une grille en aluminium de même type. Les caractéristiques morphologiques de la morue lui assurent une meilleure sélectivité par rapport à l'églefin (Sistiaga *et al.*, 2011). Les grilles souples de type « flexi-grid » sont particulièrement avantageuses pour leur manœuvrabilité à la pêche, leur efficacité est encore à l'étude (O'Neill *et al.*, 2008).

Récemment, une grille en trois sections composée de nylon (barreaux) et de fibre de verre (cadre), avec un espacement inter-barreaux de 23 mm, a été testée dans le cadre de la pêcherie de tacaud norvégien en mer du Nord et dans le Skagerrak. Il s'agit d'une pêcherie où la maille autorisée est particulièrement petite (22 mm jauge), avec d'importantes captures accessoires de gadidés (morue, églefin, merlan, lieu noir). La grille permet un échappement de 81 à 100% des petits gadidés pour des pertes commerciales comprises de ces mêmes espèces entre 6 et 14% (Eigaard *et al.*, 2012).

Les panneaux à mailles carrées connaissent le même intérêt à l'étranger qu'en France. Les configurations testées incluent des panneaux dorsaux (Graham *et al.*, 2003; Suuronen *et al.*, 2005) et latéraux (Madsen *et al.*, 2006; Grimaldo *et al.*, 2007; O'Neill *et al.*, 2008). Pour les panneaux dorsaux, la distance du panneau par rapport au cul de chalut a été identifiée comme un facteur prépondérant de la sélectivité pour le merlan, l'églefin et la morue, avec une efficacité maximale quand le PMC est placé à moins de 6 m du raban de cul (L50 merlan et églefin : +4.5 cm environ; L50 morue : +9 cm environ) (Graham et Kynoch, 2001; Graham *et al.*, 2003; Herrmann *et al.*, 2014). Pour la morue, l'efficacité du dispositif est amplifiée de manière significative si celui-ci empiète sur la zone de concentration du poisson dans le cul de chalut (Herrmann *et al.*, 2014). Par ailleurs, un PMC en mailles de 90 mm jauge, positionné sur le dos de la rallonge entre 6 et 9 m en amont du raban de cul (L= 3 m), est plus efficace sur l'échappement du merlan HT que pour les autres espèces de gadidés (églefin, lieu noir, morue) (O'Neill *et al.*, 2006; Bullough *et al.*, 2007).

Les **culs de chaluts modifiés** sont étudiés au regard de l'influence sur la sélectivité du montage des mailles, des caractéristiques du fil et de leur circonférence pour les espèces démersales.

Le **T90** obtient des résultats inégaux sur la sélectivité des culs de chalut pour la morue, avec des expériences non concluantes (Sistiaga *et al.*, 2011; Madsen, Herrmann, *et al.*, 2012), tandis que d'autre indique une meilleure sélectivité (Herrmann, Wienbeck, *et al.*, 2013; Wienbeck *et al.*, 2014). Les mailles carrées et en T90 n'apportent pas de résultats concluant sur l'amélioration de la sélectivité pour l'églefin (Sistiaga *et al.*, 2011).

Le **diamètre du fil et le nombre de fils** utilisés doivent également être pris en compte, un montage en double fil annulant par exemple l'intérêt du montage en T90 (Herrmann, Wienbeck, *et al.*, 2013). Herrmann et O'Neill (2006) ont simulé l'influence du diamètre du fil sur la sélectivité des engins de pêche. Ils soulignent son influence sur l'ouverture de la maille et donc sur l'échappement des poissons ronds tels que les gadidés.

Une **circonférence réduite du cul de chalut** permet d'augmenter la valeur du L50 pour l'églefin, ces résultats étant similaires à ceux obtenus avec un PMC dorsal placé à moins de 6 m du raban de cul (O'Neill *et al.*, 2008).La sélectivité du chalut pour le lieu noir n'est pas améliorée par cette mesure.

Le **chalut à nappes séparatrices** a été testé dans le cadre des pêcheries démersales (merlan, morue, églefin, lieu noir) sur les côtes norvégiennes (Engås *et al.*, 1998) puis en mer du Nord à bord des navires écossais (Ferro *et al.*, 2007). Les résultats obtenus par Engås *et al.* (1998) suggéraient que le dispositif n'était efficace que pour séparer l'églefin des autres espèces. Ferro *et al.* (2007) identifient la répartition des espèces d'intérêt commerciale entre les deux poches. La poche haute concentre l'églefin, le merlan et le lieu noir, tandis que la morue, la lotte et les poissons plats sont retrouvés dans la poche basse. L'auteur suggère qu'une grille soit ajoutée dans la partie basse du chalut pour atteindre les objectifs de sélectivité, qui visent principalement à la préservation de la morue dans ce cas.

Enfin, des **chaluts dont tout ou partie a été équipé de nappes à grandes mailles** ont été testés. Tous les engins recensés ici ont été testés en Atlantique Nord-Est, à l'exception de l' « Eliminator Trawl ».

Afin de minimiser les captures accessoires de gadidés (morue) dans des pêcheries de plie et de limande, Madsen *et al.* (2006) ont conçu un chalut à poissons plats à faible ouverture verticale dont le grand dos, le petit dos et une partie du gorget sont été montés en mailles de 400 mm, et équipé de PMC latéraux. Les captures de morue HT sont réduites jusqu'à 64% par rapport à un chalut standard, les captures de poissons plats augmentent.

Les ailes, le grand dos, le petit dos et le premier ventre de l' « Eliminator Trawl » sont montées en maillage de 240 cm et les sections postérieures en mailles de 20 cm (Beutel *et al.*, 2008). Ce chalut réduit l'ensemble des captures accessoires (morue : -81% en poids, cardine : -96% en poids, raies : -96% poids), les résultats en nombre et par classe de taille ne sont pas précisées. Il n'y a pas de pertes sur les captures commercialisables d'églefin.

L'« Orkney gear », un chalut démersal équipé de panneaux en maille de 300 mm dans les ailes supérieures, le grand dos et le petit dos limite de manière significative les captures de morue ≤35 cm (-45%) et de baudroie HT (-16%), sans perte commerciale sur le merlan et l'églefin (Campbell *et al.*, 2010).

L'utilisation de mailles de 300 mm ou 600 mm en remplacement de panneaux montés traditionnellement en mailles de 160 mm (ailes et grand dos) et 120 mm (petit dos et gorget) engendrent respectivement : « *une réduction de 49% et 75% des captures de morue* […]*, de 36% et 68% des captures de lingue, de 28% et 53% des captures de merlan.* […] *Les captures de lieu noir >53 cm*

sont réduites significativement par l'utilisation du dispositif ». Le niveau d'échappement est le même pour toutes les classes de taille de ces trois espèces avec ce dispositif (Kynoch *et al.*, 2011).

Les **associations de dispositifs** sont peu représentées dans la littérature internationale. Les PMC sont considérés en association avec des grilles sélectives, dont elles permettent de limiter l'effet sur les captures commerciales (Eigaard et Holst, 2004).

Sélectivité baudroie

La morphologie particulière des baudroies a induit des recherches sur le développement de dispositifs spécifiques à l'espèce suite aux travaux menés en France (Meillat *et al.*, 1994). Maartens *et al.* (2002) développent une grille de type « Sort-V » aux orifices de passage de forme circulaire de 115 mm de diamètre (Figure II.4.10). La grille permet l'échappement de 93% des individus ≤30 cm, et de 17.1% des individus >30 cm (donc de forte valeur commerciale).

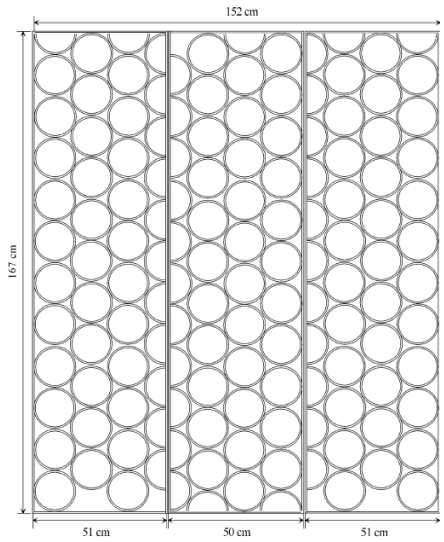


Figure II.4.10. Design de la grille à lotte « Sort-V » à orifices de passage circulaires développée par Maartens et al. (*2002)*

Les **chaluts à grandes mailles** de 300 mm et 600 mm développés par Kynoch *et al.* (2011) permettent de réduire jusqu'à 50% l*es* captures de baudroie <30 cm sans réduction des captures des individus >78 cm.

Sélectivité poissons plats

Les essais menés sur des **chaluts à grandes mailles** mentionnent une réduction des captures de poissons plats. Pour la cardine, l'« Orkney gear » entraine une réduction de 43% des captures TC (Campbell *et al.*, 2010), les chaluts à mailles de 300 mm et 600 mm développés par Kynoch *et al.* (2011) réduisent les captures totales de 79% et 93%. L' « Eliminator Trawl » permet une réduction significative des captures de cardine, plie et raies (Beutel *et al.*, 2008).

Les **culs de chaluts en T90** présentent pour la plie les mêmes résultats contradictoires que pour les gadidés, certaines études assurant un effet bénéfique sur la sélectivité (Wienbeck *et al.*, 2014) et d'autre une absence de résultats probants (Madsen, Herrmann, *et al.*, 2012).

Sélectivité Méditerranée

Les essais menés en Méditerranée sur la sélectivité des chaluts démersaux suivent l'évolution observée en Atlantique. Le maillage réglementaire autorisé dans la zone est de 50 mm jauge en losange ou 40 mm en carré (CE n°1967/2006). Des essais de sélectivité ont cependant été menés sur des tailles de mailles inférieures au maillage règlementaire, et les engins mis en œuvre localement peuvent également ne pas correspondre à la règlementation en vigueur.

Les propriétés sélectives d'une **maille losange de 40 mm, d'une maille carrée de même taille, puis d'une grille flexible aux barreaux espacés de 20 mm** ont été testées. Les résultats indiquent une meilleure sélectivité de la maille carrée par rapport à la maille losange, avec une augmentation de la valeur du L50 pour l'ensemble des espèces commerciales (merlu, rouget barbet, saint pierre, capelan de Méditerranée, langoustine, physis et céphalopodes) à l'exception des poissons plats (Ordines *et al.*, 2006; Bahamon *et al.*, 2007; Sala *et al.*, 2008).

Par rapport à une maille losange de 44 mm, l'emploi d'une **mailles carrées 40 mm** pour la confection des culs de chaluts permet d'augmenter significativement la valeur du L50 du merlu (bien qu'elle reste inférieure à la TC minimum de l'espèce), du rouget barbet, de la phycis et de la bogue (Ateş *et al.*, 2010; Aydın et Tosunoğlu, 2010). L'usage de la maille carrée dans une autre pêcherie de crustacés apporte des résultats identiques pour la sélectivité des espèces accessoires de type merlu, chinchard et merlan bleu (Campos *et al.*, 2003). La **maille hexagonale** n'apporte pas de plus-value pour la sélectivité des chaluts traditionnels (Aydın et Tosunoğlu, 2010).

Suite à la modification du maillage réglementaire de 40 mm à **50 mm losange**, la sélectivité de ce nouveau maillage par rapport à une maille carrée en 40 mm a été testée. Les valeurs de L50 obtenues avec la maille losange de 50 mm sont supérieures à celles de la maille carrée en 40 mm pour le rouget barbet, la dorade, le picarel et le pageot acarne (Aydin *et al.*, 2011; Sala *et al.*, 2015). Les auteurs suggèrent néanmoins l'intérêt des dispositifs séparateurs de type grille et nappe pour faciliter la séparation des différentes espèces, et pour améliorer la sélectivité des chaluts en aval du dispositif.

Sala et Lucchetti (2011) démontrent par ailleurs que les bénéfices sur la sélectivité d'une augmentation de la taille de maille (de 48 mm à 56 mm losange) peut être annulée par une augmentation de la **circonférence du cul de chalut**. Les auteurs insistent sur l'insuffisance d'une augmentation de la taille

de maille seule pour améliorer la gestion des stocks. Un cas d'étude spécifique au rouget barbet indique également que la réduction de la circonférence du cul aurait un effet plus bénéfique pour la sélectivité de l'espèce qu'une augmentation de maillage (Sala *et al.*, 2006).

D'autres travaux indiquent également qu'une augmentation de **l'épaisseur du fil** (PE) annule l'effet bénéfique sur l'échappement des petits individus d'une augmentation du maillage des culs de chalut ou de l'utilisation de culs de chalut en mailles carrées (Sala *et al.*, 2007).

Enfin, des essais menés sur l'emploi de **cul de chaluts montés en T90** indiquent une meilleur sélectivité de ce dernier pour le rouget barbet et le pageot, deux poissons ronds, par rapport à un cul de chalut en maille losange de même dimension ; les mailles testées vont de 38 mm à 52 mm (Tokaç et al., 2014). Le T90 n'obtient pas de résultats probants pour la sélectivité de la dorade, à la forme plus compressée.

L'utilisation d'une **grille sélective** inclinée, à barreaux verticaux espacés de 20 mm et placée à 5 m en amont du cul de chalut, permet d'épargner jusqu'à 50% en poids des merlus de taille <14.2 cm (Francisco Sardà *et al.*, 2004; Sardà *et al.*, 2005). Lorsqu'un **dispositif concentrateur** est monté en amont de la grille, celui-ci permet d'augmenter d'avantage la valeur du L50 des principales espèces démersales exploitées par rapport à l'emploi d'un cul de chalut en mailles carrées (Bahamon *et al.*, 2007). Les auteurs suggèrent l'association d'une grille et d'un cul de chalut en mailles carrées pour améliorer la sélectivité des chaluts (Francesco Sardà *et al.*, 2004; Sardà *et al.*, 2006; Bahamon *et al.*, 2007). Des travaux complémentaires sur la grille sélective (espacement de 20 mm et 15 mm) indiquent des problèmes de colmatage lors de leur utilisation à grande profondeur (Massutí *et al.*, 2009).

4.9. CONCLUSIONS

La problématique de la sélectivité des chaluts utilisés dans le cadre des pêcheries démersales plurispécifiques est la plus complexe, du fait de la grande diversité de morphologie des espèces ciblées et des différences de taille commerciale minimale entre les espèces. Ces différences se traduisent par des dispositifs dont les résultats sont hétérogènes, les gains apportés en termes de sélectivité pour l'une ou l'autre des espèces étant souvent associés à des échappements d'individus de taille commerciale sur d'autres espèces. Les études menées à l'étranger permettent de comparer ces résultats aux conclusions issues d'expérimentations similaires et d'identifier les développements possibles. Les travaux menés en France suivent la même direction que les orientations données aux recherches sur l'amélioration de la sélectivité à l'échelle internationale avec des résultats encourageants.

Les résultats positifs obtenus avec les grilles SELECMER et d'autres grilles flexibles valident leur efficacité pour l'échappement du merlan et de la morue. Par contre, ce type de dispositif n'est pas adapté à la sélectivité des poissons plats et des problèmes persistent pour la sélectivité de l'églefin. S'il n'existe pas de mise en œuvre règlementaire des grilles sélectives en France, celles-ci sont appliquées avec succès dans d'autre pays, comme pour la pêche à la morue en Norvège.

En France, les PMC n'ont pas obtenus de résultats concluants pour l'échappement des gadidés selon les différentes configurations testées par rapport aux grilles. Leur efficacité est cependant fortement améliorée quand le PMC empiète sur la zone de concentration du poisson dans le cul de chalut dans le cas de la morue, et l'échappement du merlan est maximum quand le PMC est positionné entre 6 et 9 m du raban de cul. L'hypothèse de différences de comportement de ces deux espèces au sein du chalut pourrait expliquer ces résultats. Pour les poissons plats, la taille de maille utilisée est le facteur déterminant pour leur échappement au travers de dispositifs de type PMC.

Le cylindre à mailles carrées appliqué aux pêcheries démersales est une spécificité française dont l'efficacité est équivalente à celle des grilles flexibles et présentant l'avantage de permettre l'échappement d'une partie des poissons plats. Son utilisation en association avec une grille sélective permet de limiter les pertes commerciales en conservant des échappements des petites tailles équivalents à ceux obtenus avec le CMC seul pour l'ensemble des gadidés et des poissons plats.

Si l' « Eliminator Trawl » n'a pas pu être adapté aux pêcheries démersales en France pour limiter les rejets de morue, l'« Orkney gear » dont les parties antérieures sont munies de mailles de 300 mm présente de bons résultats dans une pêcherie similaire à celle des chalutiers démersaux français ≥18 m ; les pertes engendrées sur la fraction commerciale de poissons plats sont cependant élevées. Enfin, au vu des résultats obtenus en France et à l'étranger, le chalut à grandes mailles ne semble pas adapté pour l'amélioration de la sélectivité de la pêcherie ciblant le lieu noir en mer du Nord.

Les modifications de structure du cul de chalut, telles que l'emploi de T90, la réduction de la circonférence du cul ou du diamètre du fil, testées à l'étranger sont associées à des résultats plus mitigés. Les travaux en cours en France (programme CELSELEC) devraient apporter des conclusions supplémentaires sur l'usage du T90 dans les culs de chalut.

Enfin, les chaluts à nappes séparatrices n'ont pas été testés en France pour les pêcheries démersales et pourraient être mis à l'épreuve au vu des bons résultats obtenus sur la séparation des espèces.

5. DRAGUEURS

5.1. PRESENTATION

Les flottilles de dragueurs sont réparties sur les trois façades françaises. En Manche, l'essentiel de l'activité des dragueurs concerne la pêche à la coquille Saint-Jacques, au buccin et aux moules. Les dragues utilisées sont tractées sur le mode du chalut démersal. En Atlantique, on retrouve des dragues tractées pour la capture des huîtres, d'autres bivalves de petite taille (palourdes, praires, amandes, vernis) et de mollusques (buccins, pétoncles). En Méditerranée, les gisements de moules sauvages et les oursins sont également exploités à l'aide de dragues remorquées. Dans la zone littorale, des pratiques de dragues manuelles perdurent, pour la capture des tellines en Méditerranée et sur la façade Atlantique (Rade de Brest, Baie d'Audierne, Poitou-Charentes), et pour celle des murex en Méditerranée (Rigaud, 2015). Le détail de ces différentes dragues peut être consulté dans Le Gall (2004, p.311‑332).

En France, les travaux menés sur la sélectivité des dragues ont débuté à la fin des années 70 (Dupouy, 1978), dans la lignée des travaux conduits sur les côtes anglaises et canadiennes (Caddy, 1971; Caddy, 1968 et références inclues). Ils s'intéressent à la taille de rétention de 50% des individus (L50), à l'efficacité de la drague en fonction de la taille des coquillages[13] et à l'état général des coquillages (niveau de casse). Les études récentes portant sur les modifications des dragues à coquilles Saint-Jacques ont été menées à des fins environnementales, avec les programmes ECODREDGE (« Evaluation and improvement of shellfish dredge design and fishing effort in relation to technical conservation measures and environmental impact ») (Pitel *et al.*, 2001) et N-Virodredge (Filippi, 2013) qui s'intéressent à la limitation de l'impact des dragues sur le fond.

5.2. SELECTIVITE COQUILLE SAINT-JACQUES

La coquille Saint-Jacques est traditionnellement récoltée à la drague bretonne (Figure II.5.1) sur la façade Atlantique et en baie de Saint-Brieuc, et à la drague anglaise en Manche Est (Figure II.5.2). En 1982, Dupouy a mené une étude comparative sur les différents types de drague utilisée en France pour la pêche à la coquille Saint-Jacques (Dupouy, 1982). Ces travaux initiaux ont été repris ultérieurement pour améliorer la sélectivité des dragues.

[13] *La définition et le détail du calcul de l'efficacité d'une drague sont précisés dans la section 1.1.1, p.17.*

5.2.1. DRAGUE BRETONNE

La drague bretonne est historiquement composée d'une armature sur laquelle sont montés une lame et des dents qui fouilleront le sédiment (Figure II.5.1, à gauche). L'addition d'un volet dépresseur est autorisée en baie de Saint-Brieuc (Figure II.5.1, à droite).

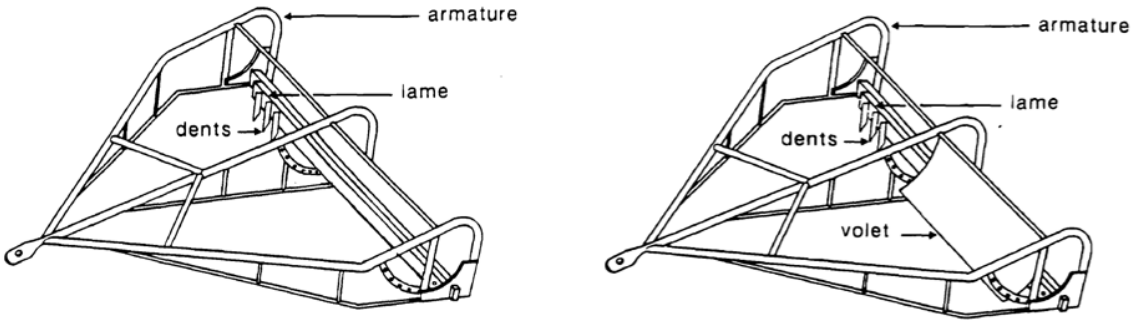


Figure II.5.1. La drague bretonne traditionnelle (à gauche), et à volet dépresseur telle qu'utilisée en baie de Saint-Brieuc depuis 1968 (à droite) (reproduit de Fifas, 1993).

Dupouy (1982) a comparé les performances de ces deux dragues et celles obtenues en cas de modifications des caractéristiques techniques de la drague à volet. La drague traditionnelle pèse généralement autour de 200 kg, mesure 2 m de large, elle est équipée d'une lame à 20 dents de 10 cm et d'une poche constituée pour son ventre d'anneaux métalliques de 72 mm de diamètre et pour son dos d'une nappe de filet en maille de 35 mm. Les modifications testées incluent l'allongement des dents de 10 à 13 mm et l'augmentation du diamètre des anneaux métalliques de 72 à 90 mm. Les résultats obtenus en termes de sélectivité et d'efficacité de l'engin sont précisées dans le Tableau II.5.1.

Tableau II.5.1. Paramètres de sélectivité et efficacité obtenus pour différentes configurations de dragues à coquilles Saint-Jacques (HT : Hors taille commerciale ; TC : Taille Commerciale ; Ind. : Individus ; NC : non communiqué) (Dupouy, 1982)

	L50 (mm)	*Efficacité*	*Taille min de pleine efficacité (mm)*	*Casse (% ind. capturés)*	*Performances relatives*
Drague bretonne standard	82	30%	97	14.8	-
Drague à volet	76	35%	87	10.5	HT : x 4 (en nombre)* TC : +30% (en nombre)*
Drague à volet, dents de 13 cm	92	40%	113	NC	Moins de HT ; plus d'ind. >100 mm **
Drague à volet, anneaux de Ø 9 cm	93	37%	104	NC	Très peu de HT ; +7% d'efficacité pour ind.>100 mm **

*Taille minimum au débarquement considéré : 90 mm. * par rapport à une drague bretonne standard ; ** par rapport à une drague à volet standard.*

L'addition du volet augmente l'efficacité de la drague de 5% et réduit le niveau de casse des individus capturés de 4.3%. Par contre, la valeur du L50 et de la taille minimum de pleine efficacité réduisent également (Tableau II.5.1). La drague à volet permet d'augmenter les captures TC de 30% en nombre

mais multiplie par quatre celles d'individus HT. L'augmentation de la longueur des dents ou du diamètre des anneaux métalliques permettent de limiter les captures d'individus HT, d'augmenter la taille minimum de pleine efficacité et de conserver les niveaux de captures TC (Tableau II.5.1). Les auteurs recommendent cette dernière configuration pour l'amélioration de la gestion du stock en baie de Saint Brieuc (Dupouy, 1982). La mortalité par casse estimée au cours de ces essais est comprise entre 5% et 25% pour les individus HT pêchés en fonction de la durée du trait, et de 30% au maximum pour les individus de taille >80 mm retrouvés sur le sédiment. Ces estimations sont des ordres de grandeur (Dupouy, 1982).

Pitel *et al.* (2001) récapitulent les paramètres de sélectivité associés à la drague bretonne à volet pour différents diamètres d'anneaux à partir de l'exploitation de rapports antérieurs (Tableau II.5.2). Actuellement, la taille réglementaire des anneaux métalliques pour la baie de Saint-Brieuc est de 92 mm, et la taille minimale au débarquement de la coquille Saint-Jacques est de 102 mm.

Tableau II.5.2. Paramètres de sélectivité obtenus pour différents diamètres d'anneaux métalliques d'une drague bretonne à volet. La taille commerciale minimum associée est précisée. (*Modifié de Labbé, 1983 et Fifas, 1991 dans Pitel et al., 2001).*

Diamètre des anneaux métalliques	L50 (mm)	CS	SR (mm)	Taille commerciale minimum (mm)
71	71.0	1.00	2.01	81.5
82	79.7	1.03	6.42	91.7
93	88.5	1.05	9.20	102.1
105	98.9	1.06	7.71	114.5

Influence du sédiment

Le type de sédiment modifie les performances des dragues à coquilles Saint-Jacques. Généralement, la longueur des dents est adaptée en fonction du sédiment pour garantir le rendement. Les résultats des études portant sur l'influence de ce paramètre sont synthétisés dans le Tableau II.5.3 et détaillés ci-dessous.

Tableau II.5.3. Récapitulatif des résultats obtenus sur l'influence du sédiment sur l'efficacité constaté des dragues bretonnes et des dragues à volets (*NC : Non Communiqué).*

	Zone	*Sédiment*	*Efficacité*	*Casse*	*Référence*
Drague bretonne	Baie de Brest	Sablo-vaseux	De 15% à 35%	≤20%	(Dupouy, 1982)
Drague à volet	Baie de Saint-Brieuc	Meuble Dur	67% 30%	2% 17%	(Buestel *et al*, 1985)
	Baie de Saint-Brieuc	Sable et graviers	De 34% à 40% De 60% à 80%	<15% 1.2%	(Dupouy, 1982) (Pitel *et al*, 2001)
Drague à volet, anneaux : Ø50 mm, 30 dents de 9 à 13 cm	NC	Tous types	56% pour ind. De 65mm à75 mm 68% pour ind ≥75 mm	NC	(Fifas et Berthou, 1999)

En rade de Brest dans des fonds sablo-vaseux, la drague bretonne (Figure II.5.1, à gauche) affiche une efficacité allant de 15% à 35% pour une mortalité par casse des coquilles inférieure ou égale à 20% (Dupouy, 1982 dans Pitel *et al.*, 2001).

En baie de Saint Brieuc, l'efficacité d'une drague à volet traditionnelle (Figure II.5.1, à droite), équipée de dents de 13 cm et écartées de 90 à 95 mm (anneaux métalliques : Ø 72 mm), a été évaluée sur 6 traits par des plongeurs. Elle a été estimée à 67% pour des fonds mous et à 30% pour des fonds durs. Le niveau de casse des individus laissés sur le fond était respectivement de 2% et 17% (Buestel *et al.*, 1985). Dans des fonds sableux et de graviers, l'efficacité de la même drague est estimée entre 34% et 40% pour une mortalité inférieure à 15% au cours d'un premier essai en 1960-1970 (Dupouy, 1982 dans Pitel *et al.*, 2001), puis entre 60% et 80% pour une mortalité de 1.2% dans un deuxième essai mené en 1990 (Pitel *et al.*, 2001).

Enfin, Fifas et Berthou (1999) ont testé la sélectivité d'une drague à volet aux anneaux métalliques de 50 mm de diamètre, équipée de 30 dents dont la longueur était adaptée à la nature du sédiment. Celle-ci était de 13 cm sur fond mou et de 9 cm sur fond dur. L'efficacité du dispositif a été estimée à 56% pour des individus âgés de 2 ans (65 ≤L (mm) ≤75), et à 68% pour les individus âgés de 3 ans et plus (L≥75 mm). Les paramètres de sélectivité sont précisés (L50 = 58.62 mm, CS = 1.17) (Fifas et Berthou, 1999).

5.2.2. DRAGUE ANGLAISE

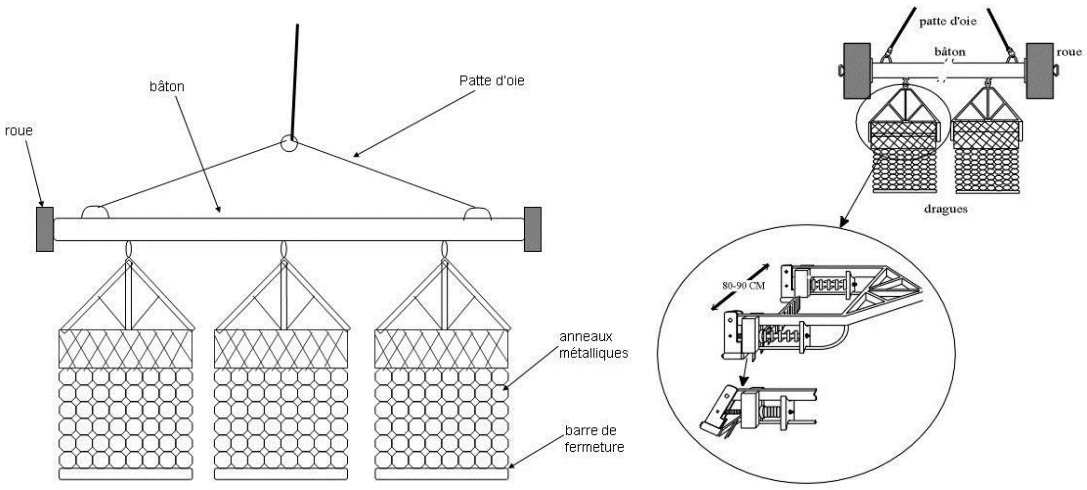


Figure II.5.2. Représentation d'une drague anglaise (à gauche) et détail des ressorts (à droite). (*Source : www.crpbn.fr)*

Les dragues à ressort, dites « anglaises », sont montées en série de 2 à 6 dragues sur un bâton et tractées par les navires. Elles se distinguent des dragues bretonnes par la présence de ressorts placés à chaque extrémité de la lame et qui facilitent leur passage sur des sols durs. Les sacs sont constitués d'une alèse (optionnelle) suivie d'anneaux métalliques (Figure II.5.2).

Efficacité

Les études d'efficacité ont été principalement réalisées en Angleterre. Dès 1977, Chapman teste l'efficacité d'une drague à ressort par rapport à une drague bretonne classique en plongée. Les caractéristiques techniques des deux dragues sont reportées dans le Tableau II.5.4. Les dragues à ressort permettent principalement de réduire l'amoncellement de matériel devant l'ouverture de la drague. Leur efficacité est moindre pour la capture des coquille Saint-Jacques, toutes tailles confondues, avec 13.7% d'individus capturés contre 19.07% avec la drague classique en moyenne (Chapman *et al.*, 1977). Le niveau de bris des coquilles observé est plus important avec la drague à ressort qu'avec la drague classique (Tableau II.5.4).

Pitel *et al.* (2001) mentionne également les travaux conduits par Mason *et al.* (1979) en Angleterre, qui supposent un échappement supplémentaire des individus en réaction à l'usage de la drague à ressort sur les fonds durs. L'auteur propose une courbe d'efficacité théorique pour l'engin, présentée en Figure II.5.3. L'unité d'efficacité considérée n'étant pas précisée, cette information est uniquement qualitative.

Tableau II.5.4. Comparaison des dimensions et performances en pêche de deux dragues, l'une standard et l'autre anglaise (*modifié de Chapman* et al.*, 1977).*

	Drague standard	*Drague à ressort*
Caractéristiques techniques		
Longueur totale (m)	1.96	2.35
Longueur du sac (m)	0.64	1.06
Largeur (m)	1.22	1.22
Ouverture verticale (m)	0.15	0.13
Diamètre des anneaux métalliques (mm)	83	83
Maille de l'alèse (mm)	80	80
Nombre de dents	12	12
Largeur des dents (mm)	25	21
Longueur moyenne des dents (mm)	53	86
Espace moyen entre deux dents		
A la base (mm)	77	80
A l'extrémité (mm)	94	97
Angle d'attaque des dents (par rapport à l'horizontal lorsque que la drague est montée sur un bâton)	67.5°	77.5°
Poids total (kg)	91	110
Performances en pêche		
Efficacité moyenne		
Individus <80 mm (nb observations : 25)	3.23	1.0
Individus >80 mm (nb observations : 14)	24.5	15.2
Globale	19.07	13.7
Index de niveau de bris des coquilles		
Dans le sac	2.05	2.39
Dans la trace laissée par la drague	1.38	2.19
% de coquilles très abimées		
Dans le sac	1.4	5.0
Dans la trace laissée par la drague	0.6	2.8
Quantité moyenne de matériel amoncelé par trait (kg)	17.15	6.0

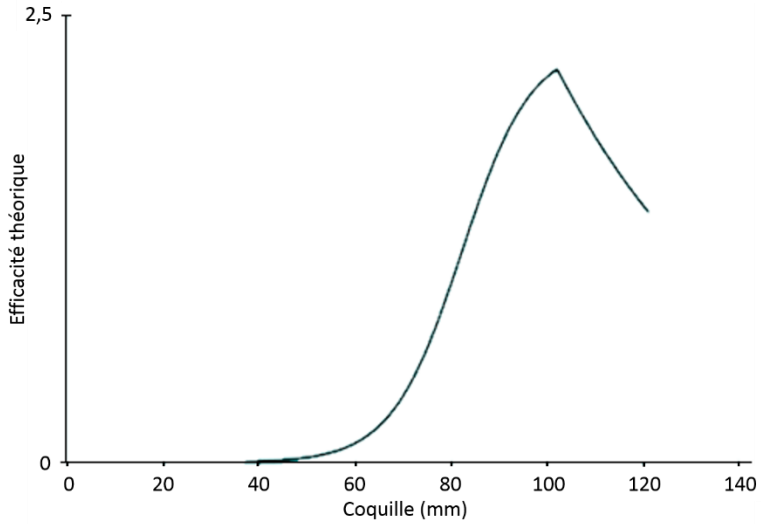


Figure II.5.3. Courbe d'efficacité théorique associée à l'emploi d'une drague anglaise dans une pêcherie de coquilles Saint-Jacques (reproduit de Pitel et al.*, 2001)*

Diamètre des anneaux

En 1999, Vigneau (1999) a comparé deux dragues anglaises munies d'anneaux de diamètre différent, les uns de 85 mm et les autres de 95 mm. 7 traits ont été réalisés, sur des fonds mous et durs, et pour deux types de peuplements (jeunes et adultes) en baie de Seine. Les résultats sont présentés sous forme de graphique (Figure II.5.4). L'augmentation du diamètre permet de réduire de manière importante les captures d'individus de taille comprise entre 78 mm et 98 mm. Les captures d'individus de taille comprise entre 98 mm et 127 mm augmentent. En-dessous de 78 mm et au-dessus de 128 mm, les captures sont sensiblement équivalentes pour ces deux engins. En 2005, la législation française a fait passer le diamètre des anneaux de 85 à 92 mm (Lesueur *et al.*, 2009).

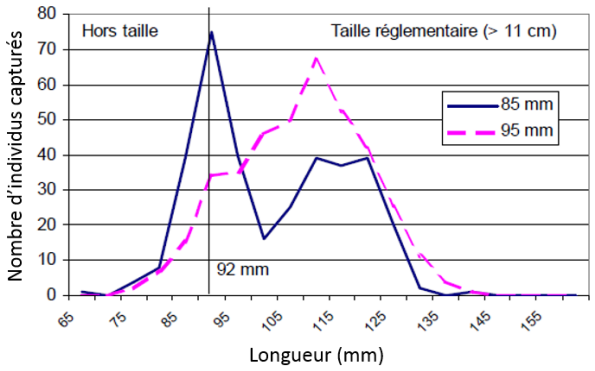


Figure II.5.4. Comparaison des captures obtenues avec deux dragues anglaises équipées d'anneaux métalliques de 85 mm de diamètre pour la première (courbe pleine) et de 95 mm de diamètre pour la seconde (courbe en pointillés) (modifié de Vigneau, 1999).

Longueur de l'alèse

Au cours de la même étude, l'influence de la longueur de l'alèse sur la composition des captures a été étudiée pour une drague équipée d'anneaux de 85 mm de diamètre (Vigneau, 1999). Comme pour les essais portant sur le diamètre des anneaux, les résultats sont présentés sous forme de graphique (Figure II.5.5). L'usage d'une petite alèse réduit la capture d'individus de taille comprise entre 92 mm et 110 mm. Les captures d'individus de taille comprise entre 110 mm et 127 mm augmentent légèrement. L'influence de la réduction de la longueur de l'alèse est moindre au-dessus de 127 mm et en-dessous de 92 mm.

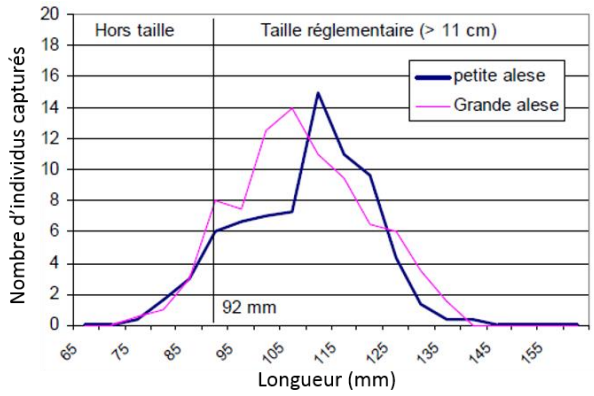


Figure II.5.5. Comparaison des captures obtenues avec une drague anglaise (anneaux métalliques de 85 mm de diamètre) pour deux longueurs d'alèse différentes (petite : trait gras ; grande : trait fin) (modifié de Vigneau, 1999).

5.2.3. DRAGUE ECOSSAISE

Les performances de la drague anglaise ont été comparées à celles d'une nouvelle drague, dite « écossaise » au cours du programme N-Virodredge, réalisé sur la façade Manche en 2013 (Filippi, 2013). La drague écossaise se caractérise par des dents indépendantes montées sur ressort (Figure II.5.6). Chaque « dent » mesure environ 17 cm de long pour 8 mm de diamètre. La longueur de la dent fouillant le sédiment peut être ajustée en modifiant la hauteur de fixation de la barre de support sur l'armature de la drague. Les expérimentations ont été menées en traits parallèles (Wileman *et al.*, 1996).

Figure II.5.6. La drague écossaise « N-Virodredge » (*Filippi, 2013)*

En conditions expérimentales, le rendement de la drague écossaise est variable. Sur des fonds durs à cailloux, le rendement observé sur 10 traits était de 14% inférieur à celui de la drague anglaise, soit 191.7 kg/h de coquilles TC récoltées contre 222.3 kg/h respectivement. Sur des fonds meubles, le rendement observé sur 10 traits était de 5% supérieur en moyenne à celui d'une drague anglaise, soit respectivement des 373.8 kg/h de coquilles TC récoltées contre 356 kg/h. En conditions professionnelles et pour des fonds durs à cailloux, les débarquements obtenus avec les dragues N-Virodredge sont sensiblement équivalents à ceux obtenus avec des dragues anglaises (Figure II.5.7).

Les captures d'individus HT par les dragues écossaises sont inférieures ou égales à 15% de la capture totale, alors qu'elles peuvent atteindre 30% pour les dragues anglaises. Sur 18 opérations de pêche, les dragues écossaises capturent 30.6% (±35) de coquilles HT en moins que les dragues anglaises en poids.

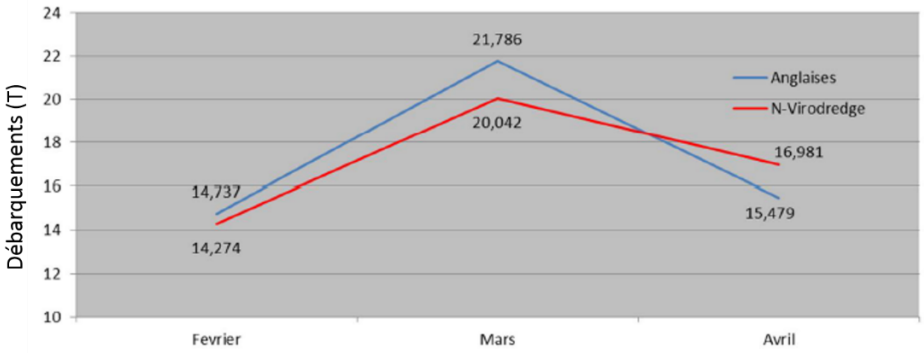


Figure II.5.7. Débarquements de coquille Saint-Jacques obtenus par deux navires professionnels équivalents exerçant sur fonds durs à cailloux, de Février à Avril 2013 et utilisant l'un, des dragues anglaises, et l'autre, des dragues N-Virodredge (modifié de Filippi, 2013).

Le niveau de coquilles abîmées au cours des opérations de pêche est également plus faible avec les dragues écossaises d'après les observations faites par les professionnels, celui-ci n'a cependant pas été quantifié. Enfin, en conditions expérimentales, la taille moyenne des captures réalisées avec la drague écossaise est sensiblement équivalente à celle des captures réalisées avec la drague anglaise, soit respectivement 121.86 mm et 119.44 mm de large.

Les espèces constituant les captures accessoires de la pêcherie sont la barbue, le homard, la limande, la plie, la raie bouclée, la sole et le turbot. La drague écossaise réduit les captures de turbot et de raie bouclée ; elle augmente les captures de homard, de limande, de plie et de sole (Figure II.5.8). D'autre part, les essais menés n'ont pas fait apparaitre de différence significative entre les volumes de la partie rejetée (benthos et espèces non-commerciales) pour les deux types de dragues.

En dépit de bons résultats, l'adoption de la drague écossaise par les professionnels reste limitée, en particulier du fait d'une usure rapide des dents dont la durée de vie moyenne est estimée à 2 jours.

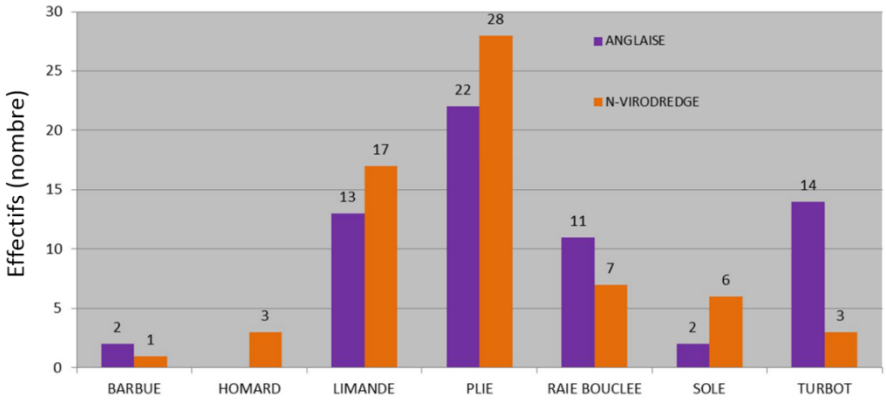


Figure II.5.8. Niveaux de captures des espèces accessoires commerciales obtenus au cours de la comparaison des captures des dragues anglaises et écossaises (reproduit de Filippi, 2013)

5.3. ETUDES ETRANGERES : SELECTIVITE PETONCLES GEANTS ET AUTRES ESPECES ASSOCIEES

5.3.1. DRAGUE NEW BEDFORD

D'autres bivalves sont exploités et revendus sous l'appellation de « coquille Saint-Jacques ». C'est le cas du pétoncle géant (*Placopecten magellanicus*), exploité en Atlantique Nord et notamment à Saint-Pierre et Miquelon à la drague dite « New Bedford » (Figure II.5.9). La sélectivité de cette drague a été évaluée pour deux diamètres d'anneaux métalliques, de 89 mm et de 102 mm (Yochum et Dupaul, 2008). Le dos du sac est en partie constitué en maille de 254 mm. L'augmentation du diamètre des anneaux de 13 mm fait augmenter la valeur du L50 de 21.6 mm, atteignant 100.1 mm au lieu de 78.5 mm auparavant (Tableau II.5.5).

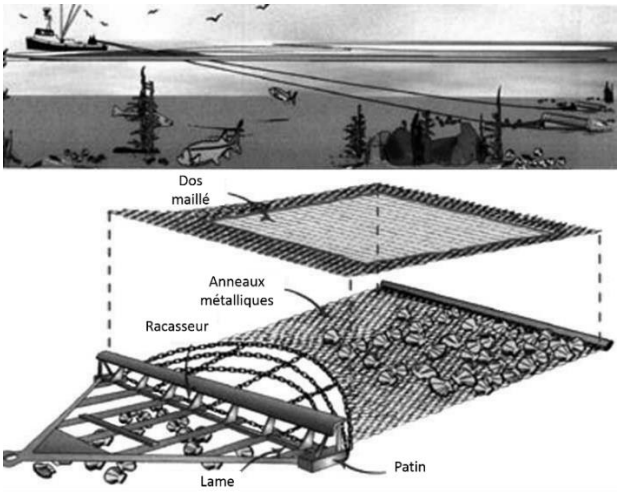


Figure II.5.9. La drague New Bedford (reproduit de Yochum et Dupaul, 2008)

Tableau II.5.5. Paramètres de sélectivité obtenus pour deux diamètres d'anneaux métalliques avec la dragueNew Bedford pour la récolte de pétoncle géant (*NC : non communiqué ; NA : non applicable)* (*modifié de Yochum et Dupaul, 2008)*

Diamètre des anneaux métalliques (mm)	L50 (mm)	SR (mm)	CS
89	78.5	23.6	0.88
102	100.1	NC	NA

5.3.2. CAPTURES ACCESSOIRES

Les performances de dragues destinées à la capture de pétoncles blancs (*Aequipecten opercularis*) , également revendus sous l'appellation de noix de Saint-Jacques, ont été comparées à celles des dragues à coquilles Saint-Jacques (*Pecten maximus*) en termes de casse infligée aux captures accessoires dans la pêcherie de l'île de Man, au nord de la mer d'Irlande. Les caractéristiques techniques des dragues sont précisées dans le Tableau II.5.6. Le volume de matériel amoncelé et la quantité de pierres retenues dans la poche de collecte sont les principales causes de mortalité pour les captures accessoires (Veale *et al.*, 2001).

Tableau II.5.6. Caractéristiques techniques des dragues Newhaven utilisées au nord de la mer d'Irlande pour la capture des coquilles Saint-Jacques, et de leur version modifiée destinée à la capture du pétoncle blanc (*modifié de Veale* et al*., 2001)*

Drague	*à coquilles Saint-Jacques*	*à pétoncles blancs*
Nombre de dragues par bâton	4	4
Largeur d'une drague (*cm)*	76.2	76.2
Nombre de dents	9	10
Espacement inter-dents (*mm)*	86	76
Longueur des dents (*mm)*	110	76
Diamètre des anneaux métalliques (*mm)*	87	57

Craven *et al.* (2013) ont récemment quantifié l'importance des captures accessoires de poissons pour une pêcherie de coquilles Saint-Jacques et de pétoncle blanc au nord de la mer d'Irlande entre 1992 et 2005. Les raies et les baudroies représentent respectivement 30.24% et 19.65% en nombre du total des captures accessoires. Les limandes soles (9.88% en nombre), les plies (2.81% en nombre) et les petites roussettes (7.03% en nombre) sont les principales autres espèces commerciales retrouvées

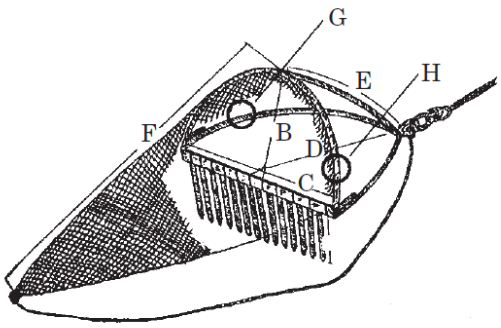
dans les captures accessoires. L'auteur souligne que les captures de raies, de baudroies et de plies sont essentiellement composées de juvéniles. Les dragues à coquilles Saint-Jacques apparaissent cependant plus sélectives que les dragues à pétoncle blanc également utilisées dans la zone.

5.4. ETUDES ETRANGERES : SELECTIVITE AUTRES BIVALVES

Il n'existe pas d'études de sélectivité spécifiques menées en France pour les autres espèces exploitées à la drague. Les renseignements présentés dans ce paragraphe proviennent de l'exploitation de la bibliographie internationale. Les dragues présentées ont néanmoins des similitudes avec certains engins retrouvés sur les côtes françaises.

5.4.1. SELECTIVITE PETITS BIVALVES

Au Portugal, les mactres ou patagos (*Spisula solida*), tellines (*Tellina* spp., *Donax* spp.), vernis (*Callista chione*) et venus (*Chamelea gallina*), et les couteaux (*Ensis siliqua*) sont exploités conjointement à l'aide de dragues à armature métallique, équipées de lames à dents et poursuivies de poches maillées mais avec des différences régionales dans leur configuration (Gaspar et Chícharo, 2007). Dans un premier temps, Gaspar *et al.* (1998) ont démontré que l'utilisation de dents longues (60 cm) et la réduction de la durée de traine permet de réduire la casse des couteaux, augmentant l'efficacité de la pêcherie. Une étude ultérieure portant sur la même drague à chambrant métallique de forme semi-circulaire (Figure II.5.10) a conclu à l'importance de la maille de la poche (25 mm, 35 mm, 40 mm ou 50 mm) pour augmenter la sélectivité de l'engin, tandis que la modification de l'espacement inter-dents (10 mm, 15 mm ou 20 mm) est sans conséquences (Gaspar *et al.*, 1999). Les paramètres de sélectivité obtenus sont détaillés pour trois espèces de bivalves : le patagos, le couteau et le venus (Tableau II.5.7).



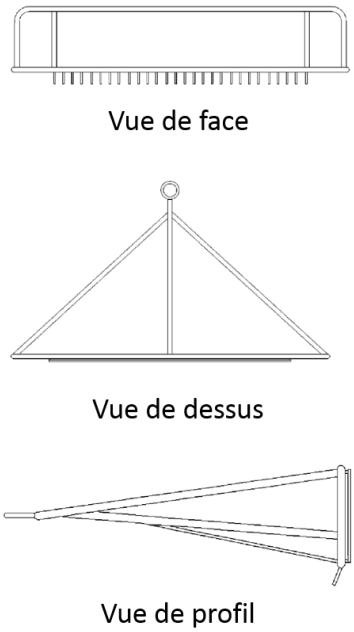
	Drague à coques	Drague à couteaux
A	20 cm	55 cm (max)
B	54 cm	
C	64 cm	
D	84 cm	
E	91 cm	
F	200 cm	
G (diamètre)	2.46 cm	
H (diamètre)	2 cm	
Dents : Epaisseur Longueur	2.2 cm 5.2 cm	
Espacement inter-dent	2.5 cm	1.5 cm
Diamètre des dents	1.4 cm	
Structure de la drague	Acier	

Figure II.5.10. Représentation et caractéristiques techniques de la drague à bivalve traditionnelle portugaise testée par Gaspar et al. (*1999)*

Tableau II.5.7. Paramètres de sélectivité obtenus pour trois espèces au cours des essais menés sur l'influence de la taille de maille de la poche pour une drague à bivalve traditionnelle portugaise (*reproduit de Gaspar* et al*., 1999)*

Maille (*mm)*	*L25%*	*L50%*	*L75%*	*SR*	*CS*
Spisula solida					
25	7.0	13.9	20.7	13.7	0.6
35	8.8	16.6	24.3	15.5	0.5
40	16.0	20.5	25.0	9.0	0.5
50	17.9	23.3	28.7	10.7	0.5
Venus striatula					
25	9.3	14.0	18.7	9.4	0.6
35	14.0	18.8	23.6	9.3	0.5
40	12.6	18.0	23.5	10.9	0.5
50	16.6	21.4	26.2	9.6	0.4
Ensis siliqua					
25	24.3	39.3	54.2	29.9	1.6
35	47.0	57.2	67.5	20.5	1.6
40	53.2	61.9	70.6	17.5	1.6
50	56.1	65.4	74.5	18.5	1.3

La sélectivité d'une drague à structure métallique rectangulaire (Figure II.5.11) utilisée dans le nord du Portugal pour l'exploitation du patagos a été étudiée en fonction de différents écartements de dents (20, 40 ou 60 mm) et de différentes tailles de maille pour la poche (35 mm, 40 mm ou 50 mm) (Gaspar *et al.*, 2003). Comme pour l'étude précédente, seule la taille de maille influence significativement les paramètres de sélectivité obtenus pour l'espèce (Tableau II.5.8). Néanmoins, l'utilisation d'une lame non-dentée augmente les captures d'individus HT par rapport à une lame à dent traditionnelle (Figure II.5.12).



Cadre de la drague	
longueur	193.5 cm
largeur	28.5 cm
diamètre des barres	3.2 cm
Lame dentée	
longueur des dents	6.5 cm
espace inter-dents	6.0 cm
Anneaux de la poche	
diamètre interne	6.4 cm
épaisseur de l'anneau	1.8 cm
Poche maillée	
longueur	450 cm
taille de maille	25 mm
Poids total de la drague	+- 80 kg

Figure II.5.11. Représentation et caractéristiques techniques de la structure métallique de la drague à patagos (*Spisula solida) utilisée dans le nord du Portugal* (*modifié de Gaspar* et al*., 2003)*

Tableau II.5.8. Paramètres de sélectivité estimés pour trois tailles de mailles différents et pour l'espèce Spisula solida à partir des essais menés sur une drague traditionnelle portugaise à section rectangulaire (modifié de Gaspar et al.*, 2003).*

Taille de maille (mm)	35		40		50	
Paramètre de sélectivité	L50%	SR	L50%	SR	L50%	SR
Valeur estimée	25.68	2.958	26.35	4.629	31.94	6.009
Erreur associée (σ)	0.3517	0.2427	0.6313	0.3507	0.4502	0.2624

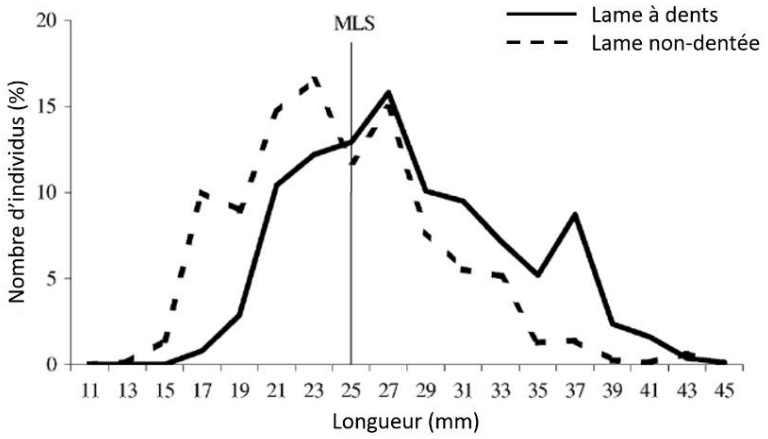


Figure II.5.12. Comparaison des captures de patagos obtenues avec deux dragues portugaises à section rectangulaire identiques à l'exception de la présence ou l'absence de dents sur la lame d'attaque. La taille minimum au débarquement (MLS) est signalée par un trait vertical (modifié de Gaspar et al.*, 2003)*

Une nouvelle drague dite « à grille » (DG), intégrant une cage métallique en lieu et place de la poche maillée, a été développée sur la base des résultats obtenus sur les deux dragues précédentes (Figure II.5.13, C). L'objectif est d'augmenter la sélectivité, de réduire les captures accessoires et leur mortalité pour augmenter le rendement de la pêcherie(Gaspar et Chícharo, 2007). Les performances de cette drague ont été comparées à celles des deux autres dragues présentées dans ce chapitre, pour la pêcherie de patagos (Leitão *et al.*, 2009). La DG laisse échapper la quasi-totalité des captures accessoires de tellines (*Donax vittatus*) et réduit les captures de couteaux de 80% par rapport la drague traditionnelle utilisée dans le nord du Portugal (DN) (Figure II.5.13, B). Par contre, elle réduit l'échappement des espèces à la morphologie plus complexe, tels que les crabes, par rapport à la DN. La DG présente le meilleur rendement en quantité de rejets morts générés avec, pour 200 kg de patagos, 4±2 kg de rejets morts contre 5±6 kg pour la DN et 18±14 kg pour la drague traditionnelle semi-cylindrique (DT) (Figure II.5.13, A). Les crabes (*Atelecyclus undecimdentatus*) et oursins (*Echinocardium cordatum*) constituent 70% des rejets morts associés à l'utilisation de la DG (Leitão *et al.*, 2009).

Figure II.5.13. Les dragues à patagos portugaises comparées au cours de l'étude menée par Leitão et al. (*2009). A : drague traditionnelle semi-cylindrique équipée d'une chambre grillagée en entrée* (*DT) ; B : drague traditionnelle rectangulaire utilisée dans le nord du Portugal* (*DN) ; C : drague « à grille » composée d'un cadre d'attaque semi-cylindrique et intégrant une cage métallique pour le stockage des captures* (*DG).* (*Reproduit de Leitão* et al.*, 2009)*

5.4.2. SELECTIVITE PRAIRE

La praire d'Islande (*Arctica islandica*) est plus grande que la praire commune (*Venus verrucosa*) et capturée à la drague hydraulique à jets d'eau dans les eaux froides de l'Atlantique Nord. Une étude menée en 2002-2003 a permis d'évaluer les propriétés sélectives de cet engin (Thorarinsdóttir *et al.*, 2010), qui mesure 735 cm de long pour 150 cm de haut et 365 cm de large. La lame est longue de 305 cm et s'étend de 8 cm au-dessous de la base de la drague. L'étude de sélectivité indique un L50 de 50.5 mm pour un SR de 17.6 mm. L'efficacité de la drague est estimée à 92% en moyenne, avec un intervalle de confiance allant de 52% à 99%. Les individus <60 mm constituent 18% de la capture totale alors qu'ils composent 68% de la population sauvage (Thorarinsdóttir *et al.*, 2010). Les auteurs indiquent que les valeurs obtenues au cours de leur étude sont supérieures à celles observées pour le même engin mis en œuvre sur les côtes américaines de l'Atlantique, où l'efficacité avait été estimée à 0.6 pour des individus ≥90 mm (NEFSC, 2007). Les conditions expérimentales n'ont pas permis d'évaluer l'influence des paramètres environnementaux (substrat, saison, habitat) sur les différences d'efficacité observées (Thorarinsdóttir *et al.*, 2010).

5.5. CONCLUSION

Les études de sélectivité propres aux dragues menées en France se concentrent sur les dragues à coquilles Saint-Jacques. D'autres travaux portant sur les dragues tractées pour la capture de divers bivalves ont été recensés dans la littérature scientifique internationale. Les dragues à main n'ont pas fait l'objet d'études spécifiques.

Sélectivité coquilles Saint-Jacques

En fonction des pratiques locales, les modifications apportées aux dragues traditionnelles ont permis d'améliorer la performance des engins de pêche sans compromettre les pêcheries. Ainsi, l'addition d'un volet et l'augmentation du diamètre des anneaux métalliques de 72 à 90 mm sur les dragues

bretonnes augmentent leur efficacité et la taille minimale d'efficacité optimale, tout en limitant les captures d'individus HT et le bris de coquilles.

Les dragues anglaises utilisées en Manche Ouest limitent l'amoncellement de matériau à l'entrée de la drague mais leur rendement est moindre que celui d'une drague standard. L'augmentation du diamètre des anneaux métalliques de la poche améliore la sélectivité de la drague anglaise en réduisant les captures d'individus ≤100 mm. L'usage d'une alèse courte augmente encore la sélectivité de l'engin pour les individus ≤110 mm. Enfin, les dragues écossaises N-Virodredge affichent un rendement globalement équivalent à celui des dragues anglaises tous types de fonds confondus. Ces dragues réduisent de 30% en moyenne les captures d'individus HT par rapport aux dragues à ressort sans affecter la taille moyenne des individus TC. Elles sont sans effet sur les volumes de la partie rejetée (benthos et espèces non-commerciales). L'usure rapide des dents (2 jours) limite leur adoption par les professionnels. En Atlantique Nord-Ouest, la drague New Bedford affiche des paramètres de sélectivité similaire à ceux des dragues à volets en fonction du diamètre des anneaux métalliques.

En mer d'Irlande, les rejets de la pêcherie sont majoritairement composés de juvéniles de poissons plats. La réduction de ces captures accessoires nécessite une réduction des volumes de benthos et des quantités de pierres récoltés dans la poche, principal facteur de la mortalité au cours de l'opération de pêche. En France, la composition des rejets associés à l'usage des dragues à coquilles Saint-Jacques n'est pas connue.

Sélectivité autres bivalves

En France, les dragues à palourdes ou à coquilles se rapprochent des dragues à bivalves munies de poches maillées utilisées au Portugal. Pour les bivalves de petite taille, les études menées au Portugal mettent en avant la taille de maille de la poche, qui améliore les paramètres de sélectivité de l'engin (L50, SR), et la longueur des dents, qui réduit la casse des coquillages, comme facteur de l'efficacité des dragues. L'utilisation de lames dentées réduit aussi la capture d'individus HT.

Des modèles de dragues à grilles sont employées sur la façade Manche-mer du Nord pour l'exploitation des amandes et vernis. Sur la base des résultats obtenus au Portugal, l'utilisation d'une cage à grille en lieu de poche permet de réduire la mortalité des rejets mais augmente la proportion de crustacés dans les rejets.

Enfin, il n'existe pas en France d'usage pour les dragues hydrauliques.

6. CHALUTIERS PELAGIQUES

6.1. PRESENTATION

En 2012, 65 navires français de la façade Manche-mer du Nord, 80 sur la façade Atlantique et 10 en Méditerranée étaient recensés comme utilisant le chalut pélagique. Les espèces ciblées sont le hareng et le maquereau en Manche-mer du Nord, le thon germon, les céphalopodes, l'anchois et la sardine sur la façade Atlantique, et l'anchois et la sardine en Méditerranée (Leblond *et al.*, 2014). La sélectivité des chaluts pélagiques est déterminée d'une part par des paramètres identiques à ceux des chaluts de fond, avec des essais portant sur différentes tailles et géométrie de mailles, des essais portant sur la conception globale du chalut et d'autres sur l'usage de grilles sélectives. D'autre part, la sélectivité inter-spécifique, forte dans ce type de pêcherie, est liée à la capacité de détection des sonars dont sont équipés les navires et à l'identification des échos retransmis. En 2014, dans le cadre de la mise en œuvre de l'article 15 de la nouvelle PCP relatif à l'obligation des débarquements à l'horizon 2015 (CE, 2013), le Conseil Consultatif Régional pour les stocks Pélagiques (PRAC) a réalisé un bilan des travaux de sélectivité entrepris pour ces flottilles (PRAC, 2014). Ce chapitre détaille plus avant l'information contenue dans cette synthèse initiale.

En Atlantique, les dispositifs présentés ont été conçus pour améliorer l'échappement de deux espèces en particulier : le hareng et/ou le maquereau. Une étude portant sur la sélectivité du thon rouge est également présentée.

6.2. MAILLAGE

Comme pour les chalutiers ciblant les espèces bentho-démersales, Dremiere and Burgaud (1992) ont testé la sélectivité du chalut à quatre faces pour le « poisson bleu » de Méditerranée. Etant donnée la législation de l'époque, les maillages testés sont de 32 mm, 40 mm et 44 mm, soit en-dessous des 50 mm actuellement en vigueur. L'étude est réalisée avec une double poche couvrante placée par-dessus le cul de chalut. Les paramètres de sélectivité obtenus sont présentés dans le Tableau II.6.1. Pour les trois espèces, l'augmentation du maillage permet d'augmenter la valeur du L50, avec un effet plus important pour la sardine (+2.3 cm de 32 mm à 40 mm, et +3.4 cm de 32 mm à 44 mm de maille) que pour l'anchois (+1 cm de 32 mm à 40 mm de maille) ou pour le sprat (+0.4 cm de 32 mm à 44 mm de maille). Pour l'anchois et le sprat, la valeur du SR augmente et celle du CS diminue à mesure que la taille de maille augmente. Pour la sardine, le SR augmente à mesure que la taille de maille augmente mais le CS reste identique pour une taille de maille de 40 mm ou 44 mm (Tableau II.6.1).

Tableau II.6.1. Paramètres de sélectivité obtenus pour 3 tailles de mailles pour des chaluts à quatre faces testés en Méditerranée (reproduit de Dremiere et Burgaud, 1992)

Espèce	*Maille*	*L50 (cm)*	*SR*	*CS*
Anchois	32 mm	13.1	2.5	4.2
	40mm	14.1	2.6	3.6
Sardine	32 mm	13.2	1	4.2
	40 mm	15.5	2.4	3.9
	44 mm	16.6	3.6	3.9
Sprat	32 mm	11.6	1.8	3.7
	44 mm	12	2.3	2.8

6.1. PANNEAUX A MAILLES CARREES

Sélectivité thon rouge

En Juillet 2011, l'organisation de producteurs Pêcheurs de Manche et d'Atlantique (PMA) a conduit une série d'essais en traits alternés sur l'usage de PMC pour la sélectivité des chaluts pélagiques à thon rouge. Le chalut témoin est le chalut utilisé traditionnellement par les pêcheurs, le chalut sélectif est équipé de trois PMC de 450 cm de long par 240 cm de large en maillage de 400 mm (Figure II.6.1). Au total, 11 traits de chalut ont été réalisés au cours de 2 marées successives, dont 5 traits au chalut témoin et 6 traits au chalut sélectif.

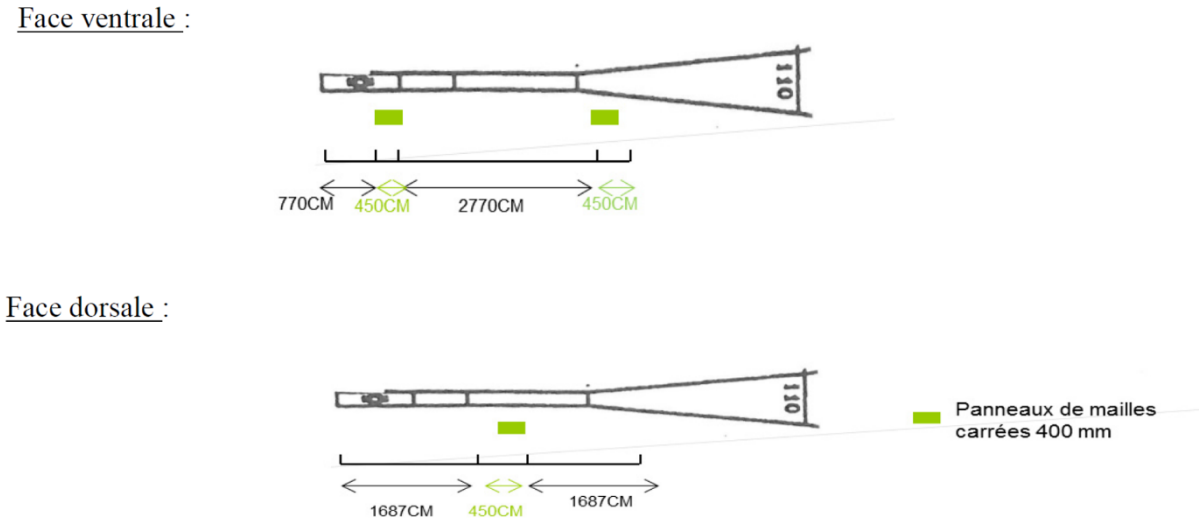


Figure II.6.1. Le chalut pélagique sélectif à thon rouge, muni de trois PMC de 450 cm de long par 240 cm de large en maillage de 400 mm (reproduit de PMA, 2011).

La taille minimum au débarquement du thon rouge est de 115 mm. Si aucun individu HT n'a été capturé par le chalut sélectif lors des essais, les résultats obtenus font apparaitre des captures beaucoup plus faibles avec le chalut sélectif qu'avec le chalut témoin (Figure II.6.2). Les auteurs ne concluent pas sur le pouvoir sélectif du dispositif, considérant le jeu de données trop limité.

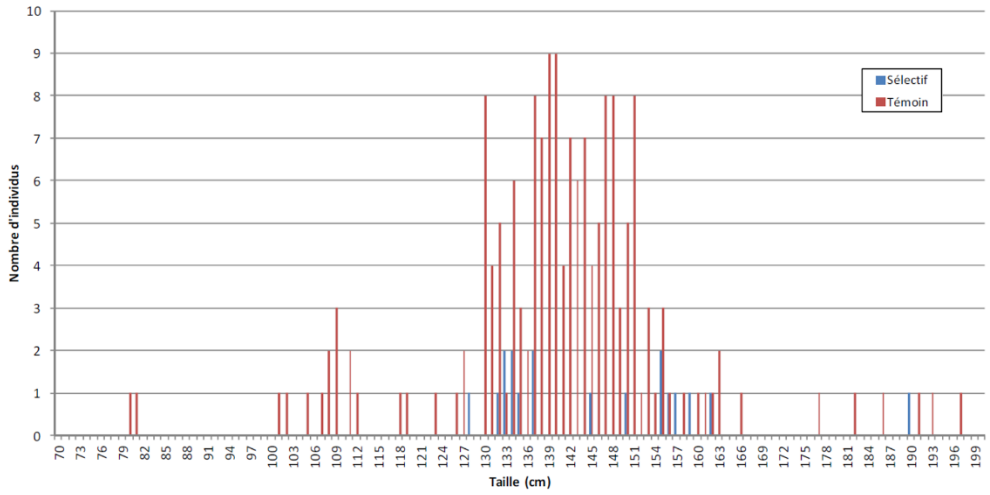


Figure II.6.2. Distribution en taille des captures totales avec le chalut témoin (en rouge) et avec le chalut sélectif (en bleu) (reproduit de PMA, 2011)

6.1. ETUDES ETRANGERES : CULS DE CHALUT A MAILLES CARREES

Sélectivité maquereau

En Manche, la sélectivité d'un chalut pélagique à maquereaux a été étudiée selon la méthodologie des traits alternés en 1992. Le cul de chalut test était monté en mailles carrées de 40 mm en nylon tressé sans nœud de 6 mm, en fil simple, et comparé à un cul de chalut pélagique standard, en maille losange de 60 mm en polypropylène tressé sans nœud, en fil simple. Les chaluts étaient identiques par ailleurs.

L'étude conclut que le montage en mailles carrées n'améliore pas la sélectivité : la structure en tailles des captures était identique pour les deux engins (Casey *et al.*, 1992). Concernant le chalut test, les auteurs mentionnent une mauvaise déformation des mailles en pêche, une résistance insuffisante du matériau qui entraîne des avaries du cul de chalut, et une forte mortalité due au stress des individus s'échappant. Les auteurs suggèrent que ce type de dispositif n'est pas adapté à la pêcherie pélagique de maquereaux (Casey *et al.*, 1992).

Sélectivité hareng

A la même période, Suuronen et Millar (1992) s'intéressent à la géométrie de la maille du cul de chalut pour la sélectivité d'un chalut pélagique à hareng en mer Baltique. L'étude de sélectivité compare les performances d'une maille carrée de 36 mm à celles d'une maille losange de 36 mm. Les essais sont menés à l'aide d'un chalut à cul pantalon dont l'une des poches est constituée de mailles losanges de 20 mm (Figure II.6.3, à gauche).

Les résultats de l'étude sont exprimés en probabilité de rétention en fonction de la taille. Les courbes obtenues suggèrent que l'utilisation d'une maille carrée augmente l'échappement des petits individus

sans affecter les captures des individus ≥17 mm (Figure II.6.3, à droite). Les auteurs soulignent néanmoins que ce bénéfice de sélectivité disparait quand la capture est très importante, par obstruction des mailles du filet (Suuronen et Millar, 1992).

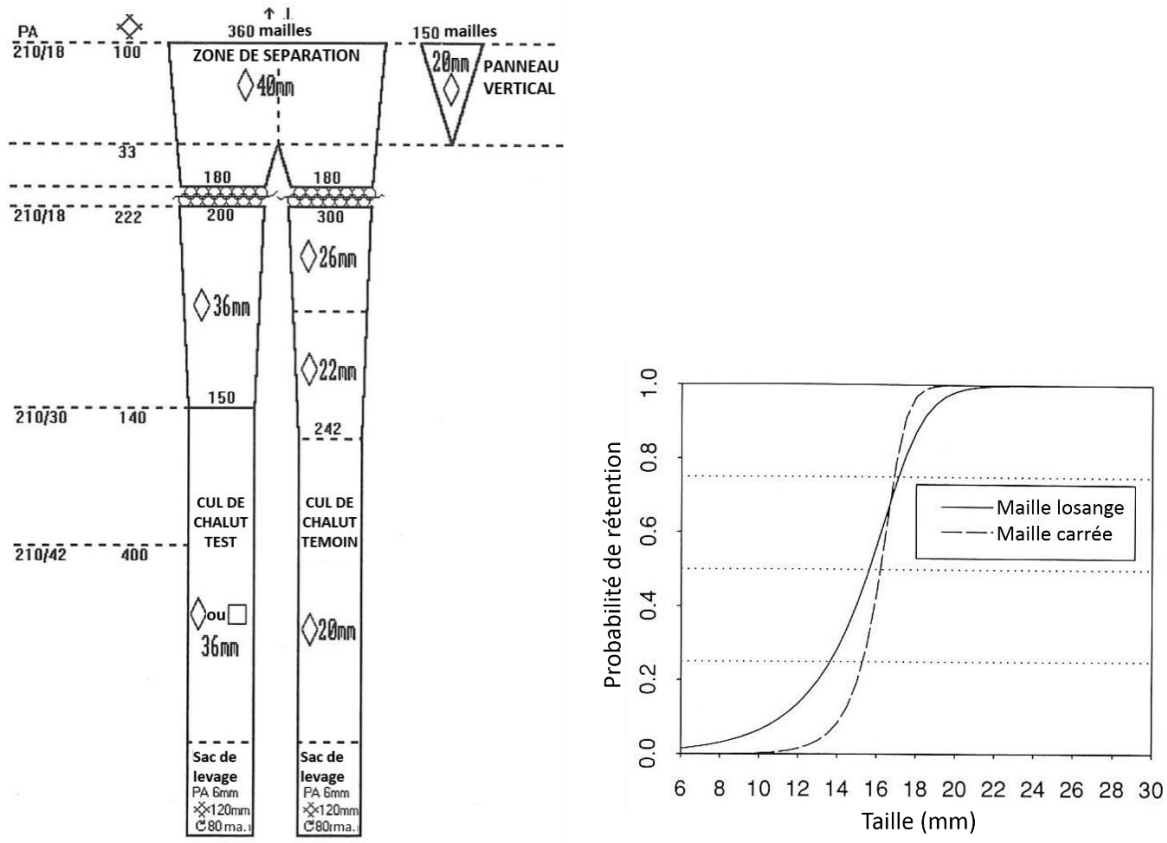


Figure II.6.3. Représentation graphique du dispositif expérimental (à gauche) utilisé pour estimer la sélectivité de deux types de culs de chalut, en mailles losanges ou carrées, de 36 mm, pour un chalut pélagique à hareng et courbes de sélectivité obtenues (à droite) (reproduit de Suuronen et Millar, 1992) (ma. : mailles).

6.2. ETUDES ETRANGERES : GRILLES SELECTIVES

Sélectivité hareng

Les premiers essais de grille sélective ont été menés en 1991 et 1993. Deux grilles en inox articulée, à 4 volets de 80 cm x 50 cm chacun et aux barreaux espacés de 14 mm et 12 mm respectivement ont été utilisées pour- évaluer la survie des harengs passés au travers de la grille dans la pêcherie pélagique de la mer Baltique. L'étude a conclu que ces dispositifs n'amélioraient pas la survie des petits individus (Suuronen, 1991; Suuronen *et al.*, 1996).

En 1993, van Marlen *et al.* (1994) testent 6 configurations de grilles au cours du programme SELMITRA (« Improved species and size SELectivitiy for MId water TRAwls «). Le chalut pélagique de base est constitué de panneaux en mailles de 40 mm. Un tunnel de toile sombre est monté en aval des dispositifs testés pour simuler un obstacle et augmenter l'échappement. Les dispositifs sélectifs testés

sont : (1) quatre grilles en aluminium (90 cm x 66 cm, Ø 12 mm) de 45 mm d'espacement inter-barreaux placées à plat dans la partie dorsale du cul de chalut, une poche couvrante de 20 mm de maille étant placée au-dessus de la grille ; (2) deux grilles de 40 mm d'espacement inter-barreaux ajoutées à la première configuration et positionnées à plat dans la partie ventrale du cul de chalut, la poche couvrante étant supprimée ; (3) les deux grilles basses sont jointes, elles sont avancées dans la rallonge et positionnées inclinées ; (4) les deux grilles basses jointes sont reculées dans la rallonge et positionnées inclinées, une nouvelle poche couvrante (maille de 20 mm) munie dans la face avant d'une fenêtre de 120 mm de maille est testée ; (5) les grilles basses sont supprimées, la poche couvrante est conservée avec un maillage de 36 mm pour le corps de la poche et de 100 mm pour la fenêtre placée sur la face avant ; (6) un voile de guidage est placé en amont de la grille dorsale, qui est inclinée, et la poche couvrante est identique à celle utilisée en configuration 5 (Figure II.6.4). Les résultats détaillés de ces expérimentations ne sont pas disponibles. En conclusion, les auteurs soulignent l'effet accru des grilles lorsque celles-ci sont inclinées et qu'un voile de guidage est utilisé. Le hareng est l'espèce ayant montré les meilleures capacités d'échappement au travers des dispositifs de type grille, en particulier pour les individus de petite taille.

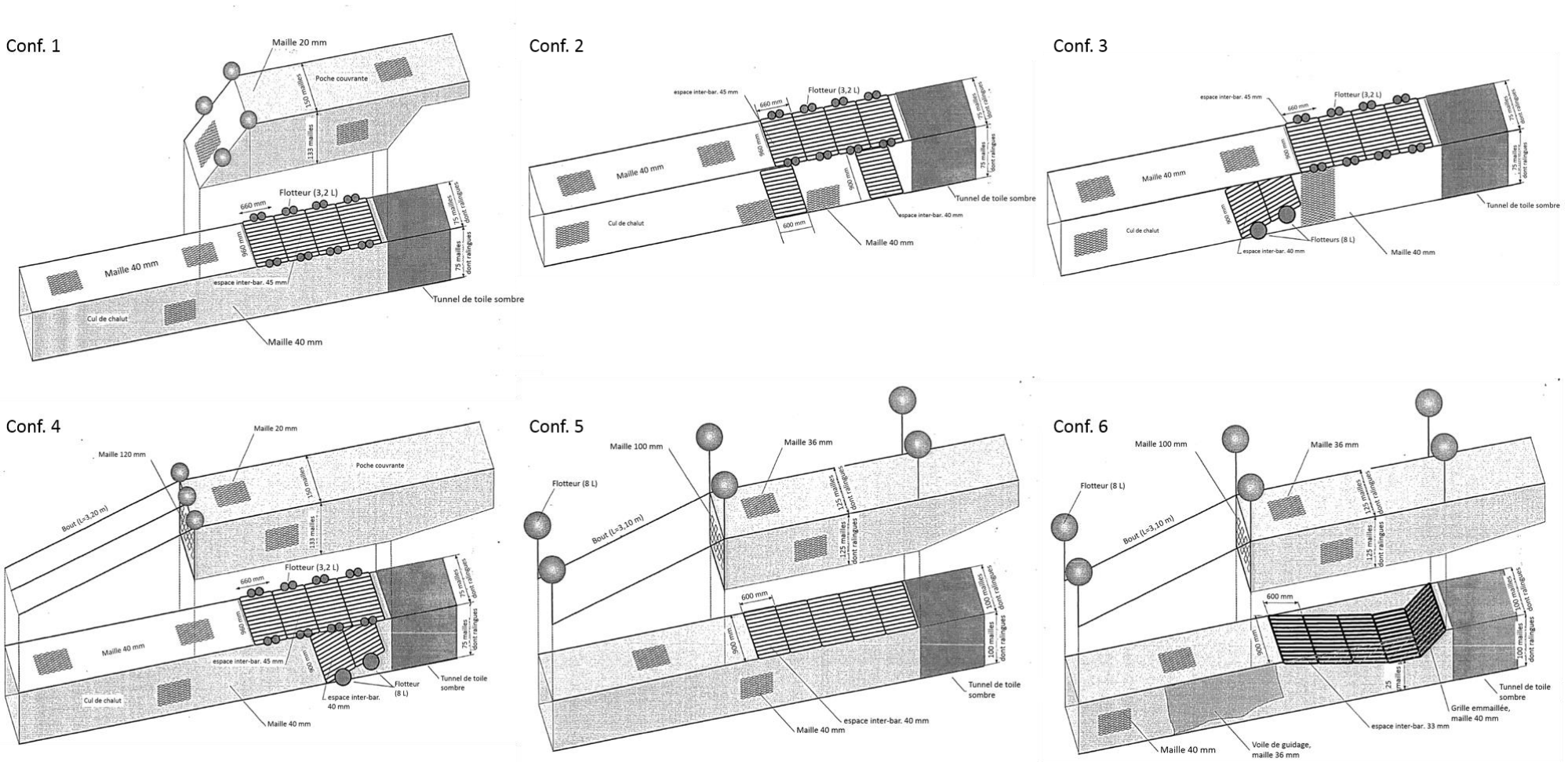


Figure II.6.4. Six configurations de grilles sélectives pour chalut pélagique testées par van Marlen et al. (*modifié de van Marlen et al., 1994)*

Sélectivité maquereau

Les dispositifs conçus au cours du programme SELMITRA ont également été testés pour le maquereau. Les résultats sont peu concluants : la sélectivité inter-espèce entre maquereau et chinchard n'a pas pu être obtenue, et les expérimentations menées n'ont pas permis de conclure sur l'efficacité des grilles pour l'échappement des petits maquereaux (van Marlen *et al.*, 1994)

D'autres travaux ont été menés entre 1992 et 1999 dans une pêcherie norvégienne pour favoriser l'échappement des maquereaux HT. Kvalsvik *et al.* (2002) dressent le bilan des essais réalisés avec trois différents types de grilles. La première grille est en aluminium, articulée (3 volets), avec un espacement inter-barreaux de 40 mm ; la seconde grille est une pièce unique en aluminium (cadre) et plastique composite (barreaux) (grille 2, Figure II.6.5) avec un espacement inter-barreaux de 42 mm ; la troisième est faite de quatre grilles d'aluminium jointes (grille 3, Figure II.6.5) avec un espacement inter-barreaux de 38 mm. Le cul de chalut est occulté par une poche interne de 50 mm de maille (« chaussette ») et une poche couvrante est placée au-dessus de la grille pour caractériser les échappements. Les caractéristiques techniques de chaque série d'essais (4 au total) et les paramètres de sélectivité obtenus sont détaillés (Tableau II.6.2).

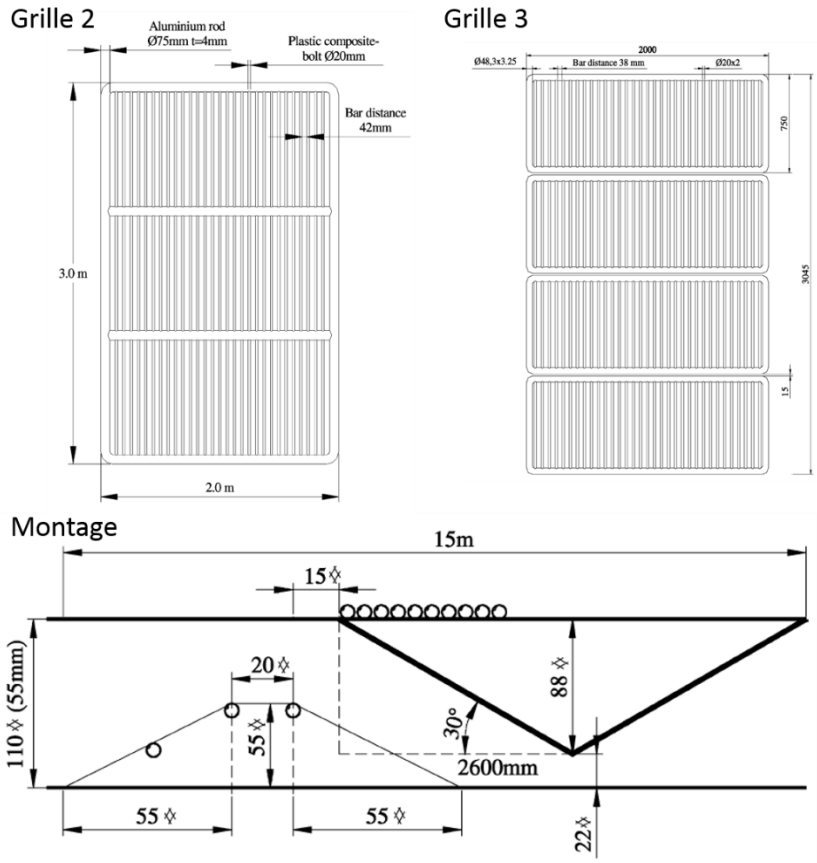


Figure II.6.5. Deux systèmes de grilles sélectives et leur montage dans la rallonge d'un chalut pélagique (L=15 m), tel que testé par Kvalsvik et al. (2002).

Tableau II.6.2. Récapitulatif des essais de sélectivité menés en Norvège sur une pêcherie de maquereaux au chalut pélagique (Kvalsvik et al., 2002)

Caractéristiques techniques de la grille	*Caractéristiques techniques du chalut pélagique*	*Nombre de traits /Période d'essai*	*Paramètres de sélectivité (mm)*	
			L50	*SR*
Articulée, 3 pièces, 1.504 m x 1 m, 150 kg Esp. inter-bar. : 40 mm Montage : 30° inclinaison	Circonf. : 800 m Mailles : dos et côtés 4 m², ventre 2 m²	2 / Déc. 1992	28.88	10.74
1 pièce, 2 m x 3 m, 90kg Esp. inter-bar. : 42 mm Montage : 30° inclinaison	Circonf. : 848 m Mailles : de 8 m² à 80 mm²	2 / Déc. 1997	37.42	8.97
Articulée, 4 pièces, 2 m x 3.045 m, poids NC Esp. inter-bar. : 38 mm Montage : 30° inclinaison	Circonf. : 848 m Mailles : de 8 m² à 80 mm²	4 / Déc. 1998	30.12	9.4
		4 / Oct. 1999	34.86	5.57

Ces grilles permettent l'échappement de 20% en poids du maquereau en moyenne, avec une augmentation significative de la proportion des individus >600 g dans les captures. D'autre part, lors des essais menés en décembre 1998, la grille a permis l'échappement de 45% en poids du hareng capturé ; les auteurs concluent à l'efficacité de ce type de dispositif pour l'échappement des poissons de petite taille, qui est aussi plus efficace en cas de fortes prises que des dispositifs de type grandes mailles (Kvalsvik *et al.*, 2002). Les auteurs signalent enfin que ces résultats doivent être considérés en prenant en compte le faible niveau d'échantillonnage, et que les bons résultats sur la sélectivité ne

nous informent pas sur la capacité de survie des individus échappés bien que cette dernière soit potentiellement plus importante au chalut pélagique qu'à la senne tournante (Kvalsvik *et al.*, 2002).

Plus récemment enfin, Laurenson et MacDonald (2008) ont testé l'influence de grilles flexibles en polysteel (trame horizontale flexible) et nylon (tubes de 20 mm Ø et de 30 cm de long) sur l'échappement de maquereau pour la flottille écossaise des chalutiers pélagiques. L'espace inter-barreaux est de 40 mm (60 mm de centre à centre). Les liens verticaux de la grille flexible sont constitués de Dynex (12 mm Ø) (Figure II.6.6). Le cul de chalut est muni de deux grilles, l'une positionnée sur le ventre du cul de chalut et mesurant 4,44 m par 6,60 m, et l'autre positionnée sur le dos mesurant 3,10 m par 7,90 m.

Figure II.6.6. Grille flexible en polysteel (*trame horizontale flexible), nylon* (*tubes de 20 mm Ø et de 30 cm de long) et Dynex* (*liens verticaux, 12 mm Ø)* (*reproduit de Laurenson and MacDonald, 2008)*

Les grilles ont été testées en traits parallèles dans un premier temps (4 traits), puis en chalut jumeaux (7 traits). Les résultats obtenus indiquent que l'échappement obtenu est faible à nul, n'ayant lieu qu'en cas de capture très importante. Les individus s'échappant pesaient entre 200 et 400 g, tandis que le poids moyen individuel des captures était compris entre 431 et 490 g. Le niveau de captures accessoires d'autres espèces reste faible, compris entre 3% pour les traits parallèles et 0.74% pour les chaluts jumeaux. Il n'y a pas de différences significatives en termes de captures accessoires entre chalut test et chalut témoin pour l'ensemble de la campagne présentée. Les auteurs concluent à la nécessité de poursuivre les essais sur ce type de dispositif (Laurenson et MacDonald, 2008).

6.3. ETUDES ETRANGERES : TRAVAUX ASSOCIES

L'étude du **comportement des espèces** à l'intérieur des chaluts pélagique peut aider les scientifiques à améliorer les capacités d'échappement en modifiant la configuration des dispositifs sélectifs. En ce sens, Skuvadal *et al.* (2011) ont étudié l'échappement du merlan bleu et du hareng dans les parties antérieures ventrales d'un chalut pélagique de 640 m (Figure II.6.7). Les auteurs ont mis en évidence un échappement important des deux espèces en amont du cul de chalut. En échantillonnant les échappements dans quatre différentes sections du chalut (80 mm, 100 mm, 200 mm et 400 mm de maille), les auteurs ont identifié que le hareng s'échappe préférentiellement vers le haut et profite de l'ensemble de la surface des parties antérieures du chalut. Le merlan bleu est quant à lui plus susceptible de s'échapper par les sections en maille de 200 mm et 400 mm (Skúvadal *et al.*, 2011).

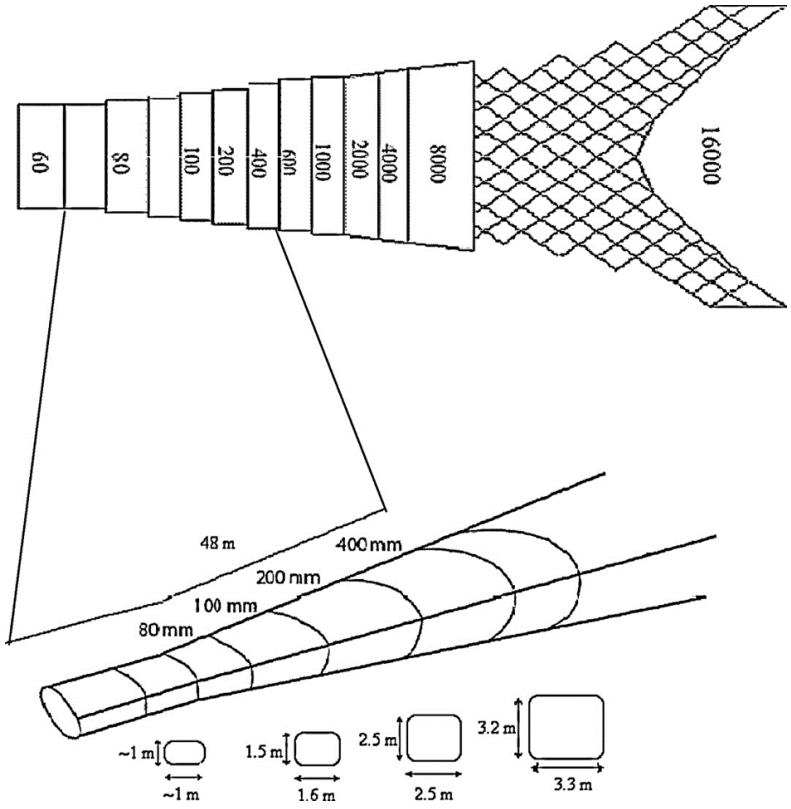


Figure II.6.7. Représentation schématique du chalut pélagique échantillonné par Skuvadal et al. (*2011). Les tailles de mailles sont précisées ainsi que les surfaces d'échappement échantillonnées expérimentalement pour les quatre sections.* (*Reproduit de Skúvadal* et al.*, 2011)*

En complément des travaux portant sur les culs de chaluts en mailles carrées et les grilles sélectives, le PRAC mentionne également des travaux portant sur les capacités d'identification des **systèmes acoustiques embarqués**, qui doivent permettre d'améliorer la sélectivité inter-spécifique (Storbeck et De Theije 2006 dans PRAC, 2014).

6.4. CONCLUSION

Les dispositifs développés pour améliorer la sélectivité des chaluts pélagiques sont directement inspirés des travaux menés sur les chaluts démersaux. Les travaux recensés portent sur des pêcheries associées à la zone Manche-mer du Nord, les espèces étudiées sont le maquereau et le hareng.

Pour le thon rouge, les essais menés en France pour améliorer la sélectivité à partir de PMC sont insuffisants pour statuer sur l'efficacité du dispositif. Les auteurs préconisent de réaliser des études vidéo pour caractériser l'échappement du poisson et pour affiner la configuration des PMC. Cette dernière remarque va dans le sens des travaux réalisés sur la prise en compte du comportement de chaque espèce à l'intérieur du chalut, qui doit permettre de mieux cibler les dispositifs et les montages pour améliorer la sélectivité des chaluts pélagiques. D'autre part, l'accroissement de la définition des sonars de détection permettra de mieux cibler les bancs en fonction des espèces recherchées.

A l'étranger, le cul de chalut en mailles carrées a un succès variable selon l'espèce visée par la pêcherie. Sa mise en œuvre pour le maquereau est sans effet sur la sélectivité de l'engin de pêche. Des travaux supplémentaires pourraient être conduits pour résoudre les problèmes de fragilité du fil et de déformation de la maille en traction. Pour le hareng, l'adoption d'un cul de chalut en mailles carrées de même taille de maille permet d'augmenter l'échappement des petits individus (<17 mm) sans affecter les captures commerciales.

Les travaux étrangers portant sur l'usage de grilles sélectives sont les plus abondants. Au cours du temps, on observe une évolution dans les matériaux utilisés, passant du métal à des grilles en matériau polymère et récemment à des grilles à armature souple en fil de Dynex recouverte de tubes de nylon. Les grilles les plus récentes sont beaucoup plus grandes que leurs prédécesseurs. Les grilles en aluminium articulées permettent l'échappement des petits harengs, avec une efficacité accrue lorsqu'un voile de guidage est installé et que la grille est montée inclinée. Elles ne sont pas adaptées pour les maquereaux, pour lesquels une grille rigide aux barreaux espacés de 42 mm également montée inclinée retourne la plus forte valeur de L50 (37.42 mm). L'efficacité du dispositif n'est pas affectée par le volume des captures, au contraire des dispositifs maillés. Les grilles flexibles n'apparaissent pas efficaces en termes d'échappement à ce jour. Cependant, leur maniabilité et leur facilité d'usage sont en faveur de la poursuite des travaux sur ce type de dispositif.

Enfin, d'autres espèces pélagiques n'apparaissent pas dans les études de sélectivité recensées, en particulier la sardine et l'anchois dont l'exploitation est pourtant importante en Atlantique et en Méditerranée, et qui constituent deux stocks d'importance économique pour les pêcheurs français.

7. SENNEURS

7.1. PRESENTATION

Les senneurs travaillent les espèces démersales et pélagiques selon un principe différent des chalutiers : les bancs de poissons sont généralement localisés puis encerclés à l'aide des maillettes de la senne, après quoi la senne est virée. On distingue trois types de sennes : démersales, pélagiques et de plage.

Les flottilles

Parmi les sennes démersales, **la senne écossaise et la senne danoise** sont utilisées dans les pêcheries des façades Atlantique et Manche-mer du Nord (Leblond *et al.*, 2014).. La senne écossaise est déployée « à la volée », la première maillette mise à l'eau étant muni d'une bouée flottante. Elle est ensuite virée tandis que le navire est ancré. La mise en œuvre est identique pour la senne danoise, mais le navire est en mouvement au moment du virage. La taille de maille autorisée est identique pour une senne démersale et pour un chalut de fond, en fonction des espèces ciblées par le navire. En Manche et en mer Celtique, la senne danoise est pratiquée par 5 navires français (Cornou *et al.*, 2015). Ce métier représente 300 t au débarquement, dont le gros est composé d'églefin (53% en poids), de morue (15%) et de merlu (9%). Les rejets sont principalement constitués de chinchard (17% [3% ;31%] en poids), de grondin gris (14% [6% ; 28%] en poids) et de sanglier (13% [3% ; 28%] en poids) (Cornou *et al.*, 2015). Dans le golfe de Gascogne, 8 navires français de taille ≤24 m pratiquent la senne danoise et se divisent en trois sous-métiers : la senne danoise à rouget, à calmars et encornets, et à divers poissons. Les rejets sont constitués de chinchard (18% [11% ; 27%] en poids), de tacaud (13% [4% ; 23%]), de callionymes (10% [6% ; 15%]) et de maquereau (10% [5% ; 16%]) (Cornou *et al.*, 2015). La sélectivité inter-spécifique est donc le principal enjeu pour ce métier.

La **senne pélagique, ou senne tournante et coulissante**, est utilisée pour la capture du poisson bleu (anchois, sardine) et du thon en Méditerranée et en Atlantique (où elle est communément appelée « **bolinche** » pour la capture du poisson bleu) (Leblond *et al.*, 2014). En 2012 en Atlantique, 13 031 t de sardine, 1 273 t d'anchois, 298 t de thon germon et 88 t de thon rouge ont été déclarées, pour 31 navires pratiquant la senne pélagique à poissons et 17 pratiquant la senne à thon. Les principales espèces accessoires de ces pêcheries sont le chinchard (1 623 T) , le maquereau (310 T) et les céphalopodes (370 T) (Leblond *et al.*, 2014). En 2012 sur la façade méditerranéenne, on recensait 23 senneurs à anchois et sardine, et 10 senneurs à thon rouge, pour 625 t de sardine et 720 t de thon rouge déclarées (Leblond *et al.*, 2014).

Le métier de **la senne coulissante à dorades et sparidés**, ou à divers poissons est pratiqué par 28 navires français de 6 à 25 m sur la façade méditerranéenne, pour une capture totale estimée entre 94 et 154 t pour l'année 2011 (Leblond *et al.*, 2013). Il n'existe pas d'information à l'échelle nationale sur la composition des rejets de cette pêcherie.

Enfin, **la senne de plage** est utilisée en Méditerranée pour capturer l'ensemble des espèces côtières. Son usage reste minoritaire en France. Sa sélectivité est considérée nulle du fait du très faible maillage employé (Le Corre, 2013).

Les programmes

Il n'existe pas en France de programme ayant porté sur la sélectivité des sennes. L'ensemble de l'information présentée est issue des travaux publiés dans la littérature scientifique internationale.

7.2. SENNE ECOSSAISE ET SENNE DANOISE

Les recherches portant sur la sélectivité des sennes démersales ont eu lieu entre 1975 et 2000. Les zones de pêche concernées par ces études sont situées en Atlantique Nord et en mer du Nord. Le rapport 2010 du WGFTFB du CIEM recense 35 essais de sélectivité sur les sennes démersales. Les expérimentations portent sur la taille et la géométrie des mailles, l'utilisation de cul de chalut en mailles carrées, l'usage de différents matériaux (PE, PA), différents nombres de mailles à la circonférence du chalut, l'usage de PMC placés à différentes distances du cul de chalut et sur l'usage de sennes sans recouvrement de dos (CIEM, 2010). Seule une partie des ouvrages référencés a pu être retrouvée et exploitée pour cette synthèse bibliographique. D'autres études ont été intégrées pour compléter l'information.

7.2.1. CUL DE CHALUT EN MAILLES CARREES

Les premiers essais de sélectivité de la senne danoise ont été réalisés en Norvège dans les années 1980. Les captures de sennes ont été comparées, l'une étant équipée d'un cul de chalut en mailles carrées de 120 mm et l'autre d'un cul de chalut en maille losange de même dimension (Isaksen et Larsen, 1988). Les espèces ciblées par cette pêcherie sont la morue et l'églefin. Les paramètres de sélectivité obtenus sont recensés dans le Tableau II.7.1. L'usage d'un cul de chalut en mailles carrées réduit les captures d'églefin HT de 10.3% en nombre. La valeur du coefficient de sélectivité augmente pour la morue et il est supérieur à 4 pour l'églefin quand le cul de chalut en mailles carrées est utilisé. L'intervalle de sélection de la morue diminue de 5 cm avec l'usage de mailles carrées (Isaksen et Larsen, 1988).

Tableau II.7.1. Paramètres de sélectivité obtenus pour deux sennes danoises équipées de différents culs de chalut, l'un en maille losange et l'autre en mailles carrées, tous deux en maille de 120 mm (*CS : coefficient de sélectivité – rapport du L50 sur la taille de maille, SR : intervalle de sélection).*

Maille du cul de chalut	Espèce	CS	SR	% d'individus HT dans les captures (en nombre)	Reference
Losange, 120 mm	Morue	4.5	13.5 cm	1.7	(Isaksen et Larsen, 1988)
	Eglefin	NA	NA	17.7	
	GLOBAL			14.3	
Carrée, 120 mm	Morue	4.7	8.5 cm	0.6	
	Eglefin	>4.0	NA	6.4	
	GLOBAL			3.4	

D'autre part, la littérature scientifique mentionne que des culs de chalut en mailles carrées de 125 mm ou de 160 mm sont couramment employés depuis 1977 par les senneurs norvégiens (Isaksen, 2001). Les paramètres de sélectivité associés ne sont pas précisés.

7.2.2. PANNEAUX A MAILLES CARREES

L'influence d'un PMC monté dans le cul de chalut ou dans la rallonge d'une senne démersale a été étudiée dans le cadre d'une pêcherie de gadidés (morue et églefin) entre 1991 et 1992 en Islande (Thorsteinsson, 1992). Un PMC de même taille de maille que le cul de chalut (150 mm), de 3 m de long et placé de 9.5 à 6.5 m en amont du raban de cul de chalut a été testé en étude de sélectivité et en comparaison de capture. Le dispositif entraine une réduction des captures d'églefin de 51% en nombre, toutes tailles confondues, pour un L50 de 38 cm et un intervalle de sélection de 9 cm (Tableau II.7.2) (Thorsteinsson, 1992). D'autres configurations, avec un maillage plus grand (155 mm) ou en positionnant le PMC plus bas dans la rallonge (5 m) ont été testées. Les résultats ne sont pas communiqués.

Tableau II.7.2. Résultats des essais de sélectivité du PMC pour la senne démersale menés en Islande entre 1991 et 1992 (*Thorsteinsson, 1992).* (*NA : non applicable, NC : non communiqué, FOV : faible ouverture verticale, nb : en nombre, p : en poids, Egl. : églefin, Mor. : morue, Pli. : plie, Lim. : limande, Pli.cy. : plie cynoglosse, Li.so. : limande sole, Ra.etl. : raie étoilée)*

Dispositif	Maille senne (mm)	Type d'étude	Paramètres	Captures toutes tailles	Référence
PMC 135 mm, L=3m, 6.5 m en amont du cul de chalut (PE noué, 4mm)	40	ES	L50 = 38 cm SR = 9 cm	NA	(Thorsteinsson, 1992)
	150	CC	NA	Egl. -51% (nb)	
PMC 135 mm, L=3m, 5 m en amont du cul de chalut (PE noué, 4mm)	155	CC	NA	NC	
PMC 155 mm, L=3m, 5 m en amont du cul de chalut (PE 8mm, sans nœud)	155	CC	NA	NC	
Senne à plie sans recouvrement FOV (2 m) + PMC 135 mm, L=3m, 4m en amont du cul de chalut (PE 8mm, sans nœud)	135	CC	NA	Egl. -62% (p) Mor. -23% (p) Pli. +31% (p) Lim. -40% (p) Pli.cy. -70% (p) Li.so. -6% (p)	

Enfin, un essai de PMC de 3 m de long et en 135 mm de maille monté sur une senne à plie à faible ouverture verticale (FOV) (2 m) a été réalisé. Les échappements en poids engendrés sont de 6% (limande sole) à 70 % (plie cynoglosse) (Tableau II.7.2). La senne à FOV équipée d'un PMC entraine cependant la capture d'églefins de plus petites tailles et un très fort maillage des petites plies cynoglosses. L'auteur propose de réduire « fortement » la longueur du ventre de la senne pour remédier au maillage des plies cynoglosses ; il n'y a pas d'essais relatifs à une telle modification. (Thorsteinsson, 1992)

7.2.3. GRILLES SELECTIVES

Entre 1991 et 1995, des grilles en aluminium en trois parties (3 x 70 cm x 70 cm), aux barreaux espacés de 50 ou 55 mm montées dans la partie dorsale de la rallonge d'une seine danoise, ont été testées à bord de navires norvégiens ciblant les gadidés (Figure II.7.1). La taille de maille du cul de chalut témoin correspond à celui de la règlementation en vigueur avant 1997 en Norvège. Les paramètres de sélectivité obtenus ne sont pas disponibles (Isaksen, 2001). Les grilles testées se sont révélées peu maniables pour des paramètres de sélectivité similaires à ceux obtenus avec un cul de chalut en mailles carrées de 120 mm ; elles ont été abandonnées (Isaksen, 2001).

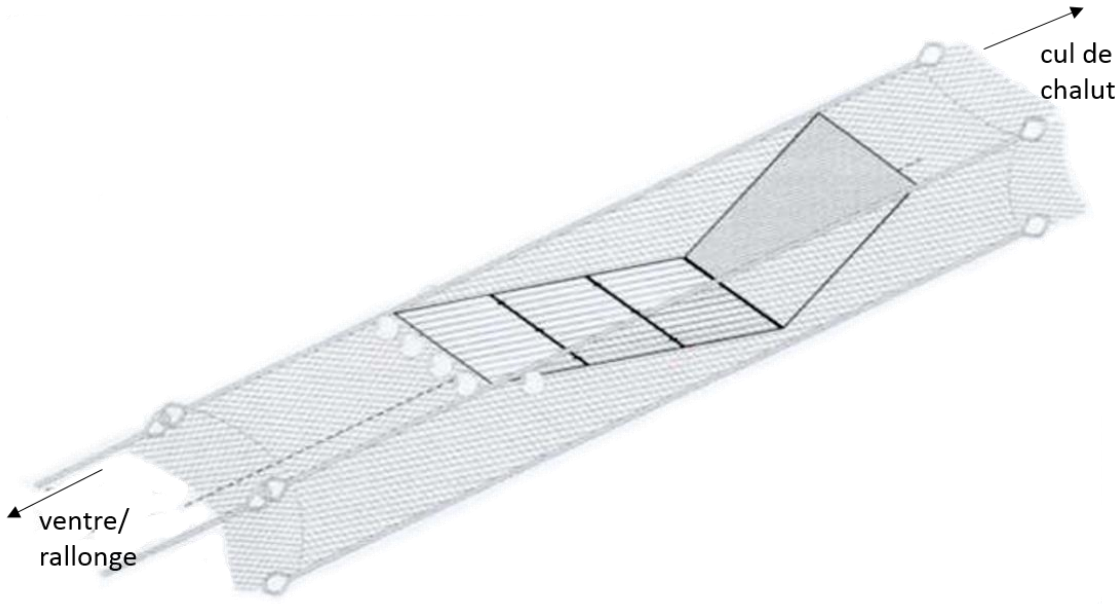


Figure II.7.1. Grille en aluminium en trois sections et montée inclinée, testée sur la senne danoise (reproduit de Isaksen, 2001).

7.2.4. PARAMETRES DE SELECTIVITE

En Nord mer du Nord et en mer du Nord centrale, la sélectivité d'une senne écossaise de 100 mm de maille a été étudiée par rapport à celle du chalut de fond de même maille pour la morue, l'églefin et le merlan, par la méthode de la poche couvrante (Cook et Reeves, 1996). Les paramètres de sélectivité

obtenus ont ensuite été comparés à ceux issus d'études antérieures portant sur la sélectivité d'un chalut à mailles de 100 mm, de 100 mailles de circonférence et équipé d'une rallonge de 9 m de long (Reeves *et al.*, 1992). Les auteurs ont conclu à un niveau de sélectivité similaire pour les deux engins (Tableau II.7.3).

Tableau II.7.3. Paramètres de sélectivité estimés à partir de l'analyse de la mortalité par pêche en fonction de la longueur issue des évaluations de stock et comparée aux estimations obtenues au cours d'étude de sélectivité. Les valeurs expérimentales issues de Reeves et al. (*1992) proviennent d'un chalut à mailles de 100 mm, de 100 mailles de circonférence et équipé d'une rallonge de 9 m de long.* (*CS : coefficient de sélectivité)* (*reproduit de Cook et Reeves, 1996)*

Espèce	Engin	L50 (cm)			CS (cm)		
		Cook et Reeves, 1996	Reeves *et al.* (1992)	ICES 1996a	Cook et Reeves, 1996	Reeves *et al.* (1992)	ICES 1996a
Eglefin	Senne écossaise	28.7	24.7 21.9	-	6.2 5.8	6.2	-
	Chalut démersal	28.6	25.5	28.7	5.0	4.9	6.4
Merlan	Senne écossaise	29.1	27.8 25.7	-	5.2	6.1 6.0	-
	Chalut démersal	30.7	31.1	33.2	5.6	6.1	7.0
Morue	Senne écossaise		29.1 26.2				
	Chalut démersal	32.8		32.6	5.8	7.1 7.5	7.2

7.3. SENNE TOURNANTE ET COULISSANTE

Les études disponibles sur la sélectivité de la senne coulissante s'intéressent à deux pêcheries distinctes. La première est côtière et multi-spécifique dans ses captures, les espèces capturées sont majoritairement associées aux eaux chaudes de la Méditerranée et de l'Atlantique sur la côte sud du Portugal. La seconde est une pêche pratiquée sur les côtes norvégiennes et dont les captures sont essentiellement composées de lieu noir, le maquereau étant la seule espèce accessoire mentionnée pour cette pêcherie.

7.3.1. PANNEAUX A MAILLES CARREES

Au Portugal, la senne coulissante est utilisée en zone côtière pour la capture de dorade et de bar. L'utilisation d'un PMC de 70 mm de maille dans l'aile postérieure d'une senne tournante en maille losange de même taille (Figure II.7.2) permet l'échappement en poids de 38,8% du maquereau espagnol (*Scomber japonicus*), de 13.7% de la bogue (*Boops boops*), de 4.1% de la sardine (*Sardina pilchardus*). Son efficacité est négligeable pour le chinchard, le sar (*Diplodus vulgaris*), le sparaillon africain (*Diplodus bellottii)* et l'orphie (*Belone belone*) (<1.6% en poids) (Gonçalves *et al.*, 2008). Les individus s'échappant par le PMC étaient de tailles inférieures aux tailles commercialisables pour l'ensemble des espèces.

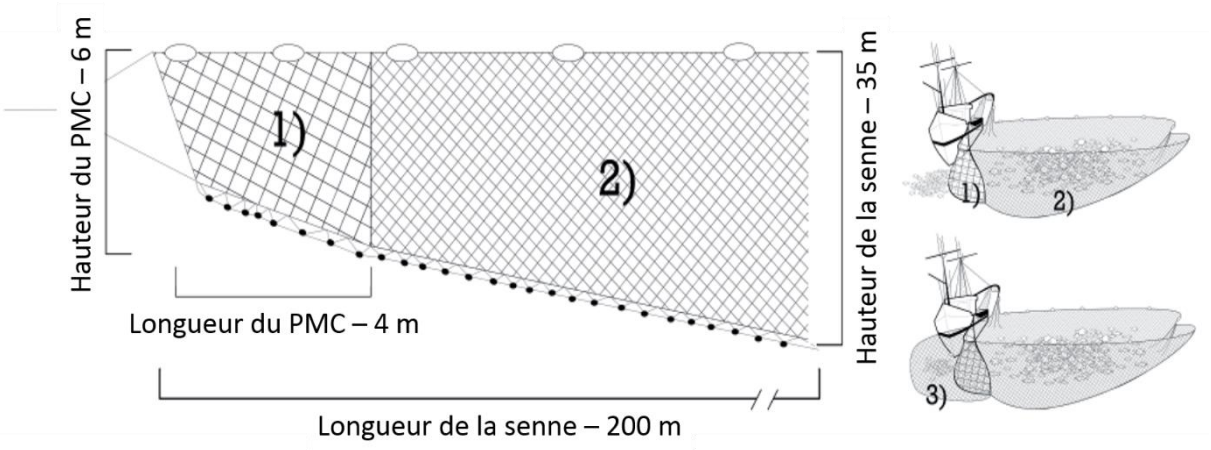


Figure II.7.2. A gauche : Représentation et dimensions d'une senne coulissante de 70 mm de maille (2) munie d'un PMC de 70 mm de maille (1) ; A droite : schéma de sa mise en œuvre où sont indiqués le PMC (1), la senne (2) et la poche couvrante servant à quantifier les échappements (3) (reproduit de Gonçalves et al., 2008).

7.3.2. GRANDES MAILLES

Sur les côtes norvégiennes, une senne coulissante intégrant des pans de filets à grandes mailles a été testée pour permettre l'échappement du maquereau dans une pêcherie mixte de lieu noir (*Pollachius virens*) et maquereau (Misund et Beltestad, 1994). Le dispositif sélectif est constitué d'un panneau à mailles losanges de 84 mm en fil tressé de Ø 4 mm, et d'un deuxième panneau à mailles losanges de 90 mm en fil sans nœud de Ø 9 mm. Les deux panneaux sont enduits pour en accroitre la rigidité. Ils mesurent 9.5 m de long par 3.5 m de large et sont montés dans la poche de la senne, au-dessous de la lisière de filet. Cinq opérations de pêche ont été conduites avec ce dispositif. Les résultats sont peu concluants : les panneaux à grandes mailles sont rapidement colmatés par les maquereaux maillés, limitant la sélectivité et entravant les manœuvres de virage de la senne (Misund et Beltestad, 1994).

7.3.3. GRILLES SELECTIVES

Suite aux expérimentations sur l'usage de grandes mailles, Misund et Beltestad ont conduit deux séries d'expérimentations supplémentaires sur l'usage des grilles sélectives. La première s'intéressait aux propriétés sélectives de différentes grilles (Misund et Beltestad, 1994) et la deuxième série à la survie des individus échappés (Misund et Beltestad, 2000). Les différentes configurations de grille testées sont détaillées dans les Tableau II.7.4 et Tableau II.7.5, avec les paramètres de sélectivité renseignés.

Tableau II.7.4. Bilan des expérimentations de grille sélective menées en Norvège pour l'échappement du maquereau dans les pêcheries à la senne coulissante.

Grille	*L50*	*SR*	*Reference*
Alu, espace inter-barreaux 40 mm, 3 m*3.25 m	35.5 cm	6 cm	(Misund et Beltestad, 1994)
Alu, espace inter-barreaux 44 mm, 3 m*3.25 m	37 cm	5.5 cm	
Alu, espace inter-barreaux 42 mm, 3 m*3.25 m	NR	NR	

La taille minimum au débarquement du maquereau est de 30 cm en mer du Nord et en Atlantique Nord-Est. L'usage d'une grille sélective de 40 mm d'espace inter-barreaux engendre un L50 à 35.5 cm, supérieur à la taille minimum. L'augmentation de l'espacement inter-barreaux à 44 cm fait augmenter le L50 de 35.5 cm à 37 cm (Tableau II.7.4). Les auteurs signalent que la sélectivité est limitée par la probabilité de contact entre les individus de petite taille et les grilles. Le poids à 50% de rétention augmente également, passant de 420 g à 500 g (Misund et Beltestad, 1994).

La taille minimum au débarquement du lieu noir est de 35 cm en Atlantique Nord-Est et de 30 cm dans le Skagerrak/Kattegat. La première grille testée, aux barreaux espacés de 35 mm conduit à l'échappement de la quasi-totalité des individus capturés. Le faible nombre d'individus capturés compromet l'estimation de la courbe de sélectivité, malgré le fort échappement constaté. La grille polymère de 30 mm d'espace inter-barreaux a un L50 proche de la taille minimum, à 31 cm environ, avec un intervalle de sélectivité de 5 cm autour de cette valeur (Tableau II.7.5). Ces premières grilles affichent de bonnes capacités pour l'amélioration de la sélectivité des sennes. Les grilles en aluminium restent cependant trop lourdes et difficiles à manier. Les auteurs suggèrent de poursuivre les expérimentations afin de faciliter la mise en œuvre de ce type de dispositif en travaillant sur l'usage d'autres matériaux (Misund et Beltestad, 1994).

La deuxième série d'essais porte sur la survie des individus suite au contact avec la grille. Ces nouvelles grilles sont en alu et/ou fibre de verre. Leur emploi fait augmenter la mortalité du maquereau échappé de 18% par rapport à une senne sans dispositif sélectif, il est sans effet sur la mortalité du lieu noir. Les sennes munies de grilles sont adaptées uniquement pour la pêche du lieu noir (Misund et Beltestad, 2000).

Tableau II.7.5. Bilan des expérimentations de grille sélective menées en Norvège pour l'échappement du lieu noir dans les pêcheries à la senne coulissante.

Grille	*L50*	*SR*	*Reference*
Alu, espace inter-barreaux 35 mm, 2 m*2 m[1]	NR	NR	(Misund et Beltestad, 1994)
Polymère, espace inter-barreaux 30 mm, 1 m* 2 m[1]	~31 cm	5 cm	
Alu (cadre) et fibre de verre renforcée (barreaux), espace inter-barreaux 40 mm, 2 m*2 m	NR	NR	(Misund et Beltestad, 2000)
Fibre de verre renforcé, espace inter-barreaux de 30 mm, 1m*2m	NR	NR	

[1] Caractéristiques de la senne : 320 m de long et 45 m de profondeur

7.4. SENNE DE PLAGE

7.4.1. MAILLAGE ET MATERIAU

Une seule étude relative à la sélectivité de la senne de plage a pu être exploitée. Les espèces recensées dans cette étude australienne ne sont pas retrouvés dans les eaux françaises. Néanmoins, ces travaux peuvent être source d'inspiration pour d'éventuels futurs programmes.

Gray *et al.* (2000) s'intéressent à l'addition de panneaux en fil transparent dans les parties antérieures d'une senne de plage déployée jusqu'à une profondeur de 2 à 3 m au maximum (Figure II.7.3). Le dispositif permet d'augmenter la valeur du L50 de 20.57 cm à 22.39 cm et celle du SR de 4.87 à 3.92 pour l'une des quatre espèces étudiées, le « merlan de sable » (*Sillago ciliata*). Cette efficacité est attribuée à la sensibilité visuelle de l'animal, qui fuit les zones sombres. Le dispositif est inefficace pour les autres espèces capturées. (Gray *et al.*, 2000)

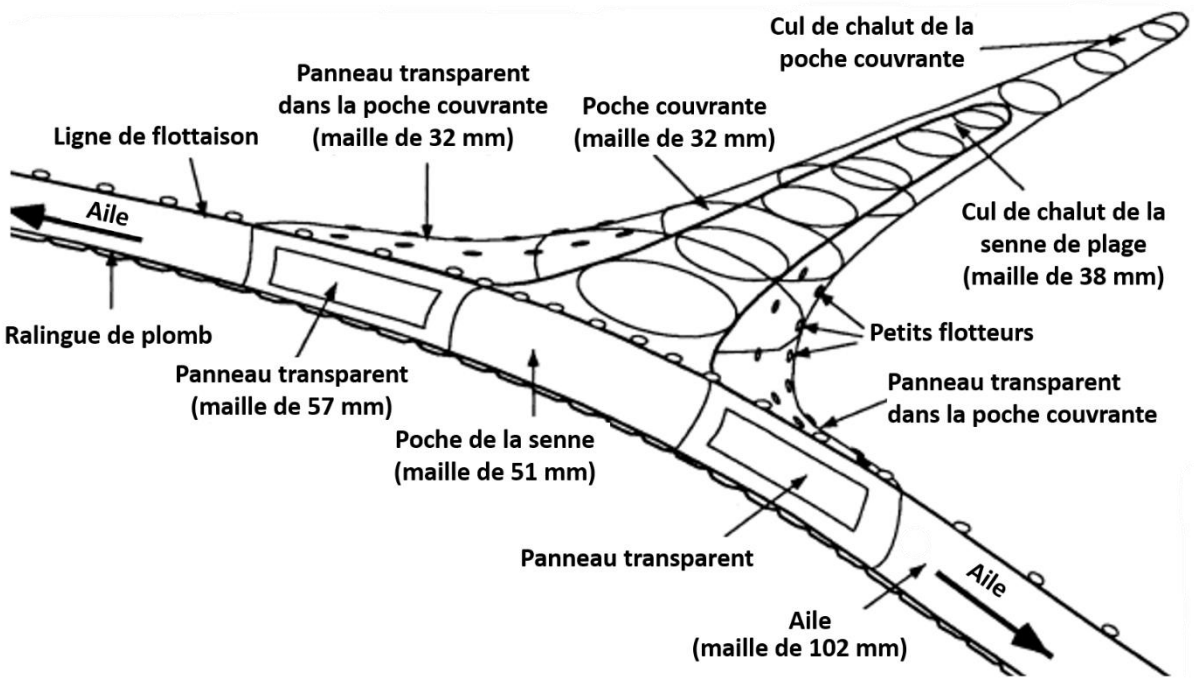


Figure II.7.3. Senne de plage équipée de panneaux transparents dans ses parties antérieures (*reproduit de Gray* et al.*, 2000)*

7.5. CONCLUSION

Les métiers de la senne recouvrent des activités très différentes, tant en termes de pratique qu'en termes d'espèces visées par la pêcherie. L'ensemble des travaux recensés provient d'études étrangères.

Les travaux menés sur la senne démersale se rapprochent de ceux réalisés pour l'amélioration de la sélectivité des chaluts et les dispositifs expérimentés sont similaires (culs de chaluts en mailles carrées, panneaux à mailles carrées, grilles sélectives). Le volume d'information disponible dans la littérature

internationale est également plus important pour la senne démersale que pour la senne pélagique. Les études portant sur la sélectivité de la senne de plage sont rares.

A maillage équivalent, les sennes démersales affichent des caractéristiques sélectives équivalentes à celles des chaluts démersaux pour les principales espèces de gadidés retrouvées en Atlantique Nord (églefin, morue, merlan). Les grilles déployées sont plus grandes que celles utilisées à bord des chalutiers démersaux et ont été jugées peu maniables. Elles ne constituent pas un dispositif adapté pour l'amélioration de la sélectivité de ces engins. Les PMC et culs de chaluts à mailles carrées favorisent l'échappement du poisson rond, en particulier de l'églefin. Les paramètres de sélectivité sont également améliorés grâce à l'emploi de culs de chalut en mailles carrées, avec une augmentation du L50 et une diminution du SR pour la morue. Par contre, les PMC utilisés dans des sennes à faible ouverture verticale entrainent le maillage de petits poissons plats et augmentent les captures d'églefin HT. L'influence du maniement de la senne n'est pas prise en compte dans les études de sélectivité.

L'utilisation d'un PMC pour les sennes tournantes et coulissantes permet d'améliorer l'échappement des espèces pélagiques côtières du Portugal sans affecter les captures commerciales. Le dispositif est particulièrement efficace pour le maquereau espagnol et la bogue, deux espèces exploitées par les pêcheurs français en Méditerranée. Pour la pêcherie de lieu noir et de maquereau en Atlantique Nord, les grilles sélectives permettent d'améliorer la sélectivité de la senne coulissante pour les deux espèces mais elles entrainent une trop forte mortalité pour le maquereau.

Les travaux sur la senne de plage portent sur l'exploitation des capacités physiques des espèces capturés telle que la vue. L'ajout de panneaux transparents favorise l'échappement d'une espèce unique, le merlan de sable, dans cette pêcherie multi-spécifique. L'intérêt du dispositif apparait limité.

8. LIGNEURS

8.1. PRESENTATION

Les engins n'étant pas fixés, les ligneurs ont été conservés dans la section des arts trainants tandis que les palangriers ont été intégrés à la section des arts dormants.

Les flottilles

Les lignes sont utilisées pour la capture des poissons pélagiques de grande taille (thon, requin, espadon) mais également des espèces démersales (bar, lieu jaune, congre, seiche), selon des pratiques traditionnelles (Deschamps *et al.*, 2005). On distingue deux métiers : les lignes de traînes et les lignes

à main. En dépit de l'absence d'étude, les lignes sont considérées comme des engins fortement sélectifs, car peu impactant à l'échelle des écosystèmes au regard d'autres pratiques telles que le chalutage. Les captures sont déterminées par la taille et le type d'hameçon utilisé, l'appât et/ou le leurre, et la zone de pêche sélectionnée (Le Gall, 2004).

Les programmes

Un seul cas d'étude français, qui porte sur l'influence des leurres, a été identifié au cours de la recherche bibliographique. Pour compléter l'information et élargir la réflexion, les résultats issus des travaux étrangers ont été intégrés.

Les études étrangères portant sur la sélectivité des lignes sont majoritairement associées aux activités de pêche récréatives et portent sur les caractéristiques des hameçons (taille, forme). Seuls les cas d'étude relatifs au milieu marin ont été conservés. Si les espèces exploitées ne sont généralement par retrouvées dans les pêches françaises, ces travaux doivent fournir une base de réflexion pour la problématique nationale.

Enfin, la problématique de la sélectivité des hameçons est commune aux lignes et aux palangres. Des informations complémentaires pourront donc être trouvées dans la section dédiée à ces engins.

8.1. LEURRES

Les leurres ont pour but de simuler l'apparence et le comportement des proies de l'espèce visée par les ligneurs. Une étude française et une étude écossaise ont été conservées pour ce rapport.

8.1.1. ETUDES FRANÇAISES

En 2005, Morandeau *et al.* (2008) se sont intéressés à la faisabilité du transfert de l'activité d'un bolincheur ciblant la sardine et l'anchois dans le golfe de Gascogne vers une activité de ligneur à thon germon à l'aide de lignes automatiques. A cette occasion, différents type de leurres ont été testés : Rapala, Spanyid et Octopus (Figure II.8.1). Le Rapala utilisé en association avec un exciteur de surface « soft head » est le seul dispositif permettant la capture du thon germon d'après les essais menés. La distribution en taille des captures n'est pas abordée.

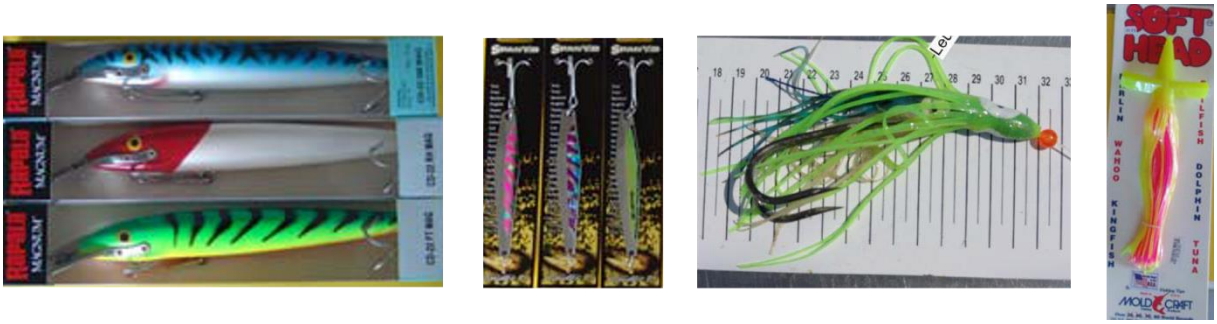


Figure II.8.1. Différents leurres testés et exciteur de surface pour la pêche au thon germon à la ligne automatique. De gauche à droite : leurres Rapala, Spanyid et Octopus, et exciteur de surface « soft head ». (*modifié de Morandeau et al., 2008)*

8.1.2. ETUDES ETRANGERES

Macdonald *et al.* (2009) ont étudié l'influence de cinq couleurs (noir, blanc, vert fluo, rouge fluo et bleu pâle) et de cinq formes de leurres (anguilles de marque Mustard et Red Gill, octopus, cuillère et sonar) (Figure II.8.2) sur les captures d'une ligne à main automatique ciblant les gadidés (morue, lieu noir, lieu jaune), la lingue et le brosme (*Brosme brosme*) autour des îles Shetland, en mer du Nord. Les auteurs n'ont pas mis en évidence d'influence de la couleur sur les captures pour l'ensemble des espèces étudiées. La forme du leurre n'affecte pas les captures de morue, de lieu noir, de lingue ou de brosme. Les captures de lieu jaune sont plus faible lors de l'usage d'un leurre sonar (Macdonald *et al.*, 2009).

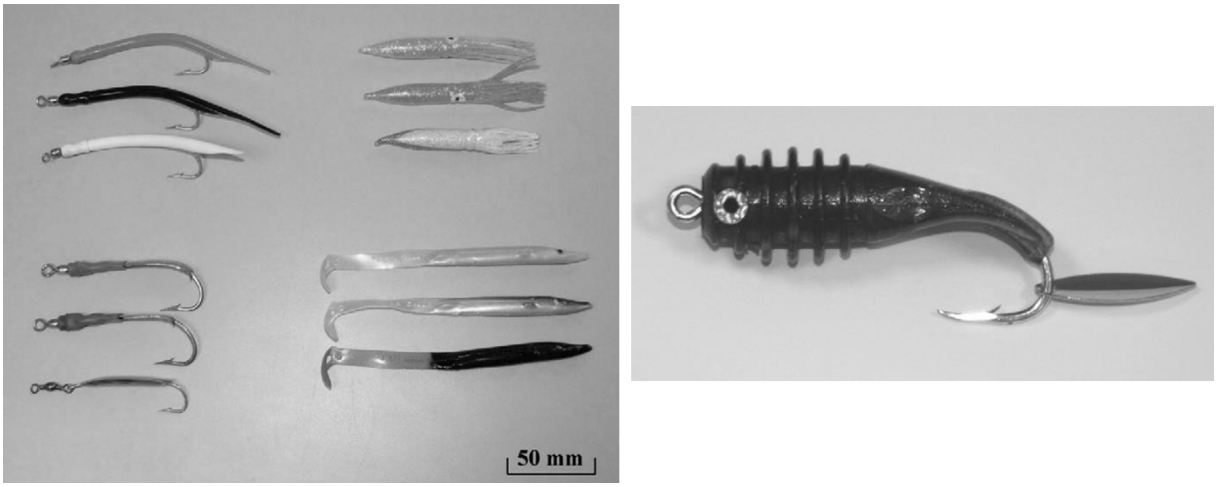


Figure II.8.2. Les cinq types de leurres testés pour la capture de gadidés, de lingue et de brosme à la ligne à main automatique aux îles Shetland. A gauche, en partant d'en haut à gauche : anguilles de marque Mustard, octopus, cuillères, anguilles de marque Red Gill. A droite : leurre sonar. (*modifié de Macdonald et al., 2009)*

8.2. ETUDES ETRANGERES : HAMEÇONS

Les travaux menés sur les hameçons ont pour but de limiter les captures des individus HT et des espèces accessoires, et de minimiser les blessures sur les individus relâchés. Le niveau d'accrochage de l'hameçon est considéré comme un proxy de la mortalité par pêche : la survie de l'individu est

fortement impactée si les parties profondes de la bouche (glotte, palais, œsophage), les ouïes ou les yeux sont touchés (Bartholomew et Bohnsack, 2005; Arlinghaus *et al.*, 2007). La taille et la forme de l'hameçon sont les principaux paramètres pris en compte dans ces études.

8.2.1. TAILLE DE L'HAMEÇON

Les résultats présentés sont issus de trois cas d'étude spécifique, l'un relatif à une pêcherie artisanale à la ligne à main sur les récifs de la Réunion, un second à une pêche à la canne en Atlantique Nord-Ouest. Enfin, une étude espagnole est prise en compte qui s'intéresse aux facteurs potentiels de la sélectivité liée à la taille pour les hameçons.

En 1988, Bertrand (1988) étudie l'influence de 3 tailles d'hameçon et de 2 tailles d'appât dans une pêcherie de poisson empereur (*Lethrinus mahsena*) dans les récifs de l'île de la Réunion. La pêche s'effectue à la ligne à main, les hameçons utilisés sont dits de type « J ». La différence de taille entre le plus petit hameçon (n°8, 4 cm de haut) et le plus grand (n°5, 5 cm de haut) atteint 96%. Les espèces accessoires composent 10% en nombre du total des captures. L'auteur n'observe pas de différence dans la structure en taille des captures obtenues (Bertrand, 1988).

Bacheler et Buckel (2004) ont comparé les performances de 3 hameçons « J » de différentes tailles et d'un hameçon circulaire sur les captures de serranidés (vieille, mérou, loche) en baie de Onslow (Caroline du Nord, Etats-Unis) pour une pêcherie récréative à la canne (Figure II.8.3). D'après les résultats de cette étude, il n'y a pas de différences dans les captures de gros individus (≥50.8 cm) selon les différents modèles testés. L'étude ayant été conduite essentiellement en eau profonde (>40 m) les petits individus (<50.8 cm) ne composent que 6.8% en nombre du total des captures de serranidés, ce qui est insuffisant pour évaluer l'influence de la taille de l'hameçon pour cette partie de la population. Les niveaux de captures accessoires réduisent avec l'augmentation de la taille de l'hameçon mais les captures de requins augmentent (Figure II.8.3). Par contre, l'augmentation de la taille de l'hameçon « J » permet de réduire le niveau de croches au niveau de l'œsophage de 7.4% en nombre pour les captures accessoires.

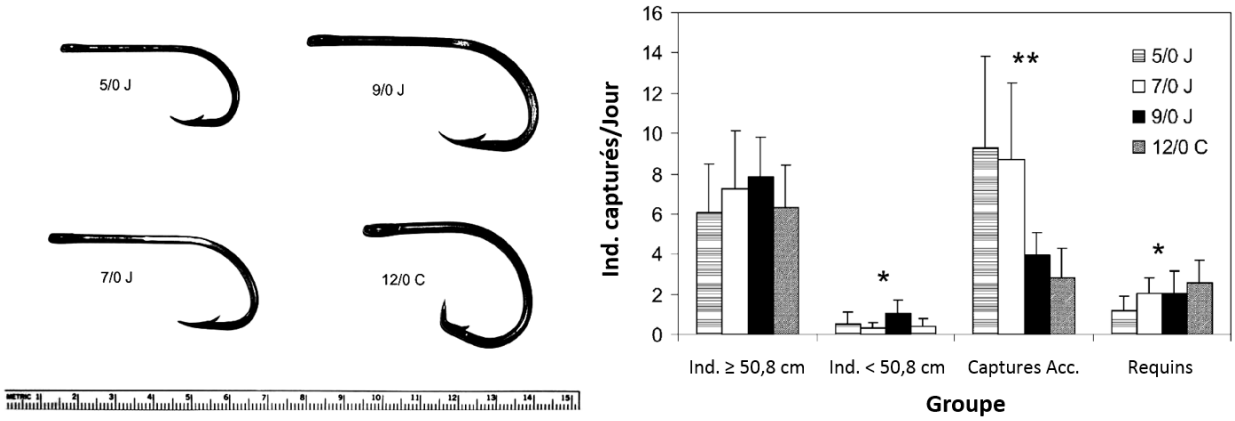


Figure II.8.3. Trois hameçons « J » de différentes tailles et un hameçon circulaire « C » (*à gauche) testés dans une pêcherie récréative à la canne, visant les serranidés en baie de Onslow* (*Caroline du Nord, Etats-Unis), et performances comparés de ces quatre hameçons en termes de captures quotidiennes* (*à droite). Les astérisques correspondent la significativité statistique de la différence entre les groupes, avec p<0.05* (**) *et p<0.01* (***).* (*Modifié de Bacheler et Buckel, 2004)*

Alós *et al.* (2008) attribue la faible influence de la taille de l'hameçon sur les captures observées à deux facteurs potentiels : (1) les populations visées par les pêcheries ont une gamme de tailles et d'ouvertures de mâchoire trop uniformes, et (2) la gamme de tailles des hameçons testés est également limitée. D'autre part, des études portant sur la sélectivité des palangres évoque l'influence des peuplements dans la zone d'étude, la compétition inter-individus biaisant alors les gammes de tailles capturées au profit des plus gros individus (Milliken *et al*, 2000). Un tel phénomène peut également être supposé pour les lignes.

8.2.2. FORME DE L'HAMEÇON

Les modifications apportées aux hameçons portent sur la forme générale de ceux-ci (« J » *vs* circulaire), la présence ou l'absence d'émerillon, le nombre d'hameçons et le décalage de la pointe (Cooke et Wilde, 2007). Leurs performances sont évaluées en termes de blessures infligées aux individus et de survie pour les individus relachés. Bien qu'il ne s'agisse pas de sélectivité dans le sens strict du terme, cet aspect apparait important en vue de la mise en œuvre de l'obligation de débarquement.

Les performances d'hameçons de forme circulaire, réduisant les blessures létales lors de la capture, ont été comparées à celle d'hameçons classique en « J » (Figure II.8.3). Au cours de l'étude menée par Bacheler et Buckel (2004), les hameçons circulaires ont permis de réduire le niveau de croches au niveau de l'œsophage de 14.2% en nombre pour l'ensemble des espèces. Cooke et Suski (2004) font un bilan des résultats obtenus aux cours d'études consacrées à ce type d'hameçon dans les pêcheries récréatives marines. Les résultats conjoints montrent que les hameçons circulaires s'accrochent à 80% plus en extérieur de la bouche du poisson (lèvres, mâchoires) que les hameçons traditionnels en « J », et qu'ils sont accrochés à des niveaux identiques pour les 20% restants. Les saignements observés sont équivalents (78% des cas d'étude) ou plus faibles (22%) et ils sont relativement plus difficiles à extraire

(60% des cas d'étude). Par contre, les hameçons circulaires infligent plus de blessures au niveau des yeux quand l'accroche se fait dans la mâchoire que les hameçons traditionnels en « J » (Cooke et Suski, 2004).

En Méditerranée, l'absence d'émerillon a permis de réduire notablement le temps de retrait de l'hameçon mais réduit fortement le rendement (Alós *et al.*, 2008). D'autres études antérieures font également état de captures réduites dans des pêcheries marines récréatives (Schaeffer et Hoffman, 2002). Cooke et Suski (2005) recommandent néanmoins cette configuration à des fins de conservation et de gestion du fait d'une réduction des blessures infligées.

L'usage d'hameçons à trois crochets est reconnu comme infligeant une très forte mortalité aux individus capturés. Enfin, les hameçons « décalés » à plus de 5° sont considérés comme causant d'avantage de blessures que les hameçons droits (Cooke et Wilde, 2007).

8.3. ETUDES ETRANGERES : APPAT

En Méditerranée, les assemblages de poissons capturés dans une pêcherie récréative diffèrent selon l'appât utilisé. La crevette conduit à la capture d'individus de plus grande taille par rapport à un appât de vers, avec une taille moyenne de 128.4±24.2 mm et de 121.8±20.7 mm respectivement. Les rendements sont similaires pour les deux types d'appâts. Les appâts de crevettes capturent également plus de pagre commun et de serrans que les appâts de vers (Alós *et al.*, 2009).

8.4. CONCLUSIONS

Les études portant sur la sélectivité des lignes sont rares. En France, une seule étude portant sur les leurres a été menée. La bibliographie internationale a été prise en compte pour étoffer les perspectives relatives à l'amélioration de la sélectivité de ces engins. La littérature exploitée porte sur des aspects spécifiques qui contribuent à la sélectivité globale de la ligne. Cette dernière n'est pas traitée dans les articles et rapports consultés.

La sélectivité liée au leurre est associée au comportement de chasse des espèces visées par la pêcherie. L'étude menée en France sur les lignes automatiques identifie le « rapala » comme le seul leurre efficace pour la capture du thon germon. Pour les espèces démersales, les travaux menés aux îles Shetland, en Atlantique Nord, ont montré une réduction des captures de lieu jaune lorsqu'un leurre sonar est utilisé. La couleur ou la forme du leurre n'a pas d'influence pour les autres espèces ciblés par cette pêcherie.

La sélectivité des hameçons est encore un travail en développement et les résultats obtenus hors de France mettent en avant le lien entre taille de l'hameçon et taille des individus collectés. La forme de l'hameçon influence quant à elle la survie des individus rejetés. En termes de méthodologie, Campbell *et al.* (2014) ont développé un protocole adapté à l'estimation des courbes de sélectivité de différentes tailles d'hameçons circulaires dans le cadre de pêches professionnelles. La pêcherie considérée exploite deux espèces distinctes. Les conséquences des régulations de pêche pour la gestion commune des deux espèces sont discutées au regard de la sélectivité de l'engin.

L'influence de l'appât sur les assemblages de poissons capturés en Méditerranée a été évaluée pour deux types d'appât pour une pêcherie multi-spécifique : de la crevette et du ver. La crevette conduit à la capture d'individus plus grands que lorsque le ver est employé

APPLICATION DES DISPOSITIFS SELECTIFS AUX ART DORMANTS

1. PREAMBULE

Les engins dormants réunissent une grande diversité de dispositifs présentant des caractéristiques techniques bien distinctes et la notion de sélectivité est exprimée différemment selon l'engin considéré. Ainsi, la notion de courbe de sélectivité est peu présente pour les palangres, elle correspond à une courbe en cloche pour les filets et à une sigmoïde pour les nasses à poissons. Cette section s'attache à définir les paramètres utilisés pour exprimer la sélectivité en fonction de l'engin étudié.

1.1. SELECTIVITE DES PALANGRES

La sélectivité des palangres est associée à quatre facteurs principaux :

- les caractéristiques techniques de l'engin : type et taille de l'appât, type et taille d'hameçon et espacement entre les hameçons ;
- la stratégie de pêche : manière dont l'engin est déployé horizontalement et verticalement par rapport à la distribution des poissons ;
- les conditions biologiques : maturité des individus, niveau de nourrissage des individus ;
- la compétitivité inter- et intra-spécifique pour l'appât (Huse et Soldal, 2000).

D'autres facteurs peuvent également influencer la sélectivité, tels que la distribution spatiale des individus, la longueur des avançons et leur montage (diamètre, type de fil et tressage), et les caractéristiques de la ligne principale (bouées, diamètre, type de fil et tressage) (Erzini *et al.*, 1996).

1.2. SELECTIVITE DES FILETS ET TREMAILS

Les filets sont considérés plus sélectifs que les arts trainants, en particulier les filets maillants dont la taille de maille doit limiter la capture des gros individus. Les processus de captures sont de trois types. Les poissons maillés par les ouïes ont une sélectivité gérée par la taille de maille elle-même, tandis que les captures de poissons emmêlés dépendent d'avantage du rapport d'armement des nappes. Dans les trémails enfin, les poissons coincés entre deux nappes de filet sont dit « boursés ».

Les paramètres influençant la sélectivité d'un filet sont listés par Holst *et al.* (1998) selon deux catégories : les caractéristiques techniques de l'engin et les caractéristiques biologiques propres aux espèces ciblées. Ces paramètres sont rapportés dans le Tableau III.1.1 Le détail de ces différents paramètres peut être consulté dans l'ouvrage de référence.

Tableau III.1.1. Paramètres affectant la sélectivité des filets maillants et trémails (modifié de Holst et al, 1998)

Caractéristiques techniques de l'engin	Caractéristiques biologiques du poisson
- Dimensions des filets et/ou de la filière - Taille de maille - Rapport d'armement - Tension verticale - Caractéristiques du fil (matériau, construction, diamètre, couleur, flexibilité) - Bouées et lest - Arrangements des filets dans la filière – séquence et liens entre les filets, interactions entre les filets	- Abondance - Disponibilité à la pêche - Comportement face au filet - Taille - Forme (section à différents niveaux du corps) - Présence de captures accessoires - Présence de prédateurs - Niveau de saturation du filet - Distribution par grappe des filets (ce qui inclut l'attraction par les individus capturés)

Les courbes de sélectivité des filets et trémails ne suivent pas une courbe logistique comme pour les chaluts, mais une distribution multi-modale qui reflète les différents processus de capture (maillage, boursage, emmêlement) (Erzini *et al.*, 2006; Hovgård *et al.*, 1999; Winters et Wheeler, 1990).

Enfin, l'efficacité de pêche d'un filet peut être utilisée pour caractériser un engin. Elle est fonction des qualités techniques de l'engin de pêche et des capacités du skipper (ancienneté, connaissances), et est donc partiellement qualitative.

1.3. SELECTIVITE DES NASSES ET CASIERS

La sélectivité des nasses et casiers est abordée en termes de composition des captures en taille par rapport à la taille de maille des nappes de recouvrement utilisées, et à partir de la diversité spécifique des captures. Pour une étude menée à l'étranger sur la sélectivité des pots à poulpe, c'est la composition des captures en poids qui est rapportée. Le rendement est l'information la plus fréquemment retrouvée dans les essais menés, celui-ci pouvant être mis en lien avec le pouvoir attractant de l'appât utilisé.

2. PALANGRIERS

2.1. PRESENTATION

La sélectivité d'une palangre est déterminée par différents éléments. Techniquement, l'hameçon, l'appât et la mise en œuvre de l'engin de pêche sont les principaux paramètres influençant la sélectivité. A ces paramètres techniques s'ajoutent des aspects biologiques, en particulier la compétition inter- et intra-spécifique dans la zone de pêche sélectionnée. Enfin, le comportement du poisson face à l'engin est

déterminant dans les capacités de capture des palangres (Løkkeborg *et al.*, 2010; Løkkeborg et Bjordal, 1992). Seuls les paramètres techniques sont présentés dans ce chapitre.

Les flottilles

En Atlantique Nord-Est, les principales espèces exploitées à la palangre démersale sont la morue, l'églefin, la lingue, le congre et le brosme (*Brosme brosme*). Dans le golfe de Gascogne, le merlu est la principale espèce exploitée à la palangre démersale sur les accores. Les autres espèces capturées sont le pageot rose (*Pagellus bogaraveo*), le lieu jaune, le phycis de fond, le cernier, le requin hâ[14], le chien espagnol et la petite roussette (Sanchez et Santurtun, 2013).

En Atlantique, les espèces recherchées par les palangriers pélagiques sont le thon obèse, le thon albacore, l'espadon et, plus rarement, le thon rouge (Løkkeborg *et al.*, 2010). Il existe également à l'Ile d'Yeu une flottille exploitant spécifiquement le requin taupe[15] (Le Gall et Mallet, 1972; Hennache et Jung, 2010).

Sur la façade Manche-mer du Nord, on recense 26 palangriers exerçant la palangre démersale en zone côtière (Leblond *et al.*, 2014). Le congre est la principale espèce exploitée par cette flottille, avec 116 t débarquée en 2012.

Sur la façade Atlantique, on recense 92 navires exerçant la palangre démersale dont l'activité s'étend de la bande côtière au large. Les espèces exploitées par la flottille sont essentiellement le merlu, le merlan, le bar, le lieu jaune et le congre. La lingue franche et le requin bleu ou peau bleue sont capturés de manière accessoire. Les rejets associés à cette pêcherie sont composés de congre sur les côtes de Bretagne Sud et sur la côte basque, de raie brunette à la fontrière des zones VIIIa et VIIIb du CIEM, , et également de chien espagnol, d'émissole tachetée, de petite roussette et de merlan dans la partie sud du golfe de Gascogne. Les rejets de la pêcherie correspondent à 9% du total des captures (Cornou *et al.*, 2015; Leblond *et al.*, 2014).

Deux palangriers franco-espagnols exercent également en zone Ouest-Ecosse, où ils exploitent le merlu et la lingue. La proportion de rejets dans les captures est de 1.1% pour ces navires, composés de merlan bleu (32%), de grande argentine (27%), de merlan (14%) et de maquereau (13%) pour l'essentiel (Cornou *et al.*, 2015).

L'information disponible en Méditerranée ne permet pas de statuer sur l'importance de la flottille des palangriers exerçant dans la zone et sur les principales espèces exploitées. On notera cependant l'existence

[14] L'espèce est cependant interdite à la pêche à la palangre en Atlantique Nord-Est selon le règlement (UE) 2015/104 (UE, 2015)

[15] L'espèce est cependant interdite à la pêche en Atlantique Nord-Est depuis 2010 (UE, 2015)

d'une flottille de palangriers corses ciblant spécifiquement l'espadon, le thon rouge et le thon germon. Les rejets de cette flottille sont essentiellement constitués de thon rouge du fait des restrictions de quota (Cornou *et al.*, 2015).

Les travaux

En France, les travaux portant sur la sélectivité des palangres sont rares. Les études en cours ou passées sont détaillées :

- des études sur la faisabilité d'un transfert d'activité de la senne coulissante à poisson bleu dans le golfe de Gascogne vers la palangre à merlu ont été réalisées à la fin des années 1980 (Morandeau *et al.*, 2008) ;
- le programme PASAMER (« Palangre Automatique Sabre et MERlu ») (en cours) travaille au développement de nouvelles techniques à la palangre automatique semi-pélagique en eaux profondes. Les espèces ciblées sont le sabre et le merlu. La réduction des rejets liés à cette pratique de pêche sera également étudiée par le biais du potentiel de survie (Coopération Maritime - Conseil et services *et al.*, 2014). A ce jour, les essais menés mettent en avant une attraction trop forte des requins par rapport aux espèces commerciales visées. Les avançons utilisés nécessitent d'être renforcés pour résister à la morsure des sabres. Pour le merlu, l'apprentissage de la technique fait entrevoir des difficultés liées à la visibilité des avançons, la taille des hameçons et les capacités d'attraction des appâts. Le détail des expérimentations n'est pas disponible (SCAPÊCHE, 2015) ;
- le programme SELPAL (« SELectivité PALangre ») s'intéresse à la limitation des captures de requins, d'espadon et de raies violettes dans la pêche palangrière au thon rouge en Méditerranée, et à la réduction de la mortalité par pêche des espèces accessoires (AMOP, 2015d). En termes de sélectivité, les essais ont porté sur le développement de dégorgeoirs pour libérer les espèces accessoires en minimisant les blessures infligées (AMOP, 2015b) ;
- le programme REPAST (RaiE PASTenague) émane du programme SELPAL et porte sur l'évaluation de la mortalité par pêche de la raie violette dans la pêche palangrière au thon rouge en Méditerranée (AMOP, 2015a; AMOP, 2015c).

A ce jour, les conclusions des programmes PASAMER, SELPAL et REPAST ne sont pas publiées.

Les travaux recensés dans cette synthèse bibliographique portent essentiellement sur des pêcheries étrangères ciblant des espèces également exploitées par les palangriers français. En 2006, Watson et Kersetter (2006) rédigent une synthèse des travaux entrepris pour améliorer la sélectivité des palangres. Ceux-ci incluent des modifications du matériau constitutif des lignes de la palangre, du système de virage, des bouées de flottaison, des hameçons et l'ajout de dispositifs électroniques pour limiter l'interaction de

l'engin avec les espèces qui constituent les rejets de cette pêcherie. Néanmoins, l'essentiel de l'information relative à la sélectivité des palangres porte sur les appâts, les hameçons et les conditions de mise en œuvre de l'engin.

2.2. ETUDES ETRANGERES : APPAT

Les comportements de chasse entrent en jeu dans la sélectivité inter-spécifique des palangres. Le choix de l'appât est donc lié à l'espèce ciblée par les flottilles. La taille de l'appât peut influencer la gamme de taille des individus pêchés.

2.2.1. APPATS NATURELS

Sélectivité inter-spécifique

Le Tableau III.2.1 recense les résultats obtenus sur l'usage de différents appâts et tailles d'appât naturels pour la capture de la morue, du merlu, de l'églefin, du brosme et de la lingue par les palangriers démersaux, et celle des thons, du marlin bleu, du requin gris et de l'espadon pour les palangriers pélagiques.

Tableau III.2.1. Récapitulatif des préférences d'appât pour 6 espèces exploitées à la palangre en Atlantique et en Méditerranée (modifié de Løkkeborg et Bjordal, 1992; Watson et al., 2005)

Espèce cible	*Appât préférentiel*	*Référence*
Espèce démersales		
Morue	Calmar	Martin et McCraken 1954
Merlu	Calmar	Martin et McCraken 1954,
Eglefin	Maquereau Hareng	Martin et McCraken 1954, Lokkeborg 1991
Brosme	Maquereau et calmar (2:1)	(Franco *et al.*, 1987)
Lingue	Calmar Maquereau et calmar (2:1)	Bjoral 1983a (Franco *et al.*, 1987)
Espèce pélagiques		
Thon	Balalou du pacifique	Shimada et Tsurudome 1971, Imai 1972, Imai et Shirakawa 1972
Marlin bleu	Maquereau	(Watson *et al.*, 2005)
Thon obèse	Calmar	(Watson *et al.*, 2005)
Requin gris	Raie	(Echwikhi *et al.*, 2010)
Espadon	Raie	(Echwikhi *et al.*, 2010)

- Poissons démersaux

Le calmar est l'appât préférentiel à utiliser pour la capture de la morue et du merlu, tandis que le maquereau et le hareng ont un pouvoir attracteur plus grand sur l'églefin (Tableau III.2.1). La lingue et le brosme sont plus attirés par un mélange de maquereau et de calmar, à 2 pour 1 en quantité (Franco *et al.*, 1987).

- Poisson pélagiques

En plus des préférences d'appâts par espèce présentés dans le Tableau III.2.1, on citera les travaux menés sur la flottille des palangriers pélagiques du Portugal qui cible l'espadon, le thon obèse et le thon germon en

Atlantique équatorial. Deux types d'appâts différents, de maquereau et de calmar, ont été testés pour trois types d'hameçons différents (2 « J », 1 circulaire). Les appâts de calmar présentent des rendements supérieurs aux appâts de maquereau (+81% en moyenne) pour l'ensemble des espèces ciblées et quel que soit l'hameçon utilisé, et réduisent les captures des espèces accessoires d'élasmobranches, en particulier du requin bleu (-20%), du requin soyeux (-59%) et du requin mako (-40%) (Coelho *et al.*, 2012). Les auteurs signalent également que les deux espèces de thon sont sensibles au type d'appât utilisé mais pas au type d'hameçon, alors que les captures d'espadon sont influencées par ces deux paramètres.

Le maquereau utilisé pour appâter le marlin entraine une capture supplémentaire de peau bleue de 30% à 40% par rapport aux appâts de calmar (Watson *et al.*, 2005). Enfin, pour une pêcherie palangrière pélagique ciblant le requin gris et l'espadon, l'usage d'appâts composés de raie permet d'augmenter les captures des espèces ciblées tout en réduisant les captures de tortues caouannes qui, par contre, augmentent si l'appât utilisé est du maquereau (Echwikhi *et al.*, 2010).

La teinte de l'appât a également été étudiée pour réduire les captures accidentelles d'oiseaux et de tortues, mais son influence sur les captures de poisson n'est pas abordée (Yokota *et al.*, 2009).

Sélectivité par la taille de l'appât

- Poissons démersaux

Les études relatives à l'influence de la taille de l'appât sont contemporaines des études sur le pouvoir attracteur des appâts. Le Tableau III.2.2 recense les résultats obtenus sur cette problématique pour trois principales espèces démersales d'Atlantique Nord : la morue, l'églefin et la lingue.

Tableau III.2.2. Récapitulatif des préférences de taille d'appât et relation entre la taille de l'appât et la taille des individus capturés pour 3 espèces exploitées à la palangre en Atlantique (modifié de Løkkeborg et Bjordal, 1992)

Espèce cible	*Taille préférentielle*	*Relation taille individu/taille appât*	*Référence*
Morue	Appât standard	Augmente avec la taille de l'appât	Bjoral 1983a Johannessen 1983, Lokkeborg 1990a
Eglefin	Petit appât	Sans lien	Johannessen 1983
Lingue	Petit appât		Bjoral 1983a

- Poissons pélagiques

Les études recensées sur cette problématique portent exclusivement sur des appâts artificiels et sont présentées au paragraphe suivant.

2.2.2. APPATS ARTIFICIELS

Les appâts artificiels sont généralement constitués d'un élément de gaze, de plastique ou de nylon auquel est associé un morceau d'appât naturel ou reconstitué. Leur intérêt est présenté en termes de sélectivité inter-spécifique et en termes de sélectivité par la taille.

Sélectivité inter-spécifique

- Poissons démersaux

Au début des années 2000, des études ont été lancées au Canada sur l'usage d'appâts artificiels pour la capture de l'églefin à la palangre de fond. L'appât testé est un Norbait 700 E (www.norbait.com) (Figure III.2.1). Bien que produisant des CPUE d'églefin plus faibles que les appâts de maquereau traditionnels, ce type d'appât artificiel est présenté comme intéressant car « *capturant la même gamme de taille d'églefin, réduisant de 50% à 70% les captures d'espèces accessoires, s'accrochant dans la même zone, et ayant moins de perte et d'odeur*». Le même ouvrage fait état de travaux identiques en Norvège mais les résultats ne sont pas détaillés (CIEM, 2006).

Figure III.2.1. Un appât artificiel Norbait (www.norbait.com)

- Poissons pélagiques

Seule une étude a pu être trouvée portant sur l'usage d'appâts artificiels pour les palangres pélagiques, pour la pêcherie de thon du Pacifique. L'appât artificiel est constitué de foie de calmar emballé dans une gaze. Son utilisation réduit les captures accessoires de requin de 67% par rapport à un appât naturel au calmar sans affecter les captures de thon (Januma *et al.*, 2003).

Sélectivité par la taille

- Poissons démersaux

Les résultats obtenus sur l'usage d'appâts artificiels sont mitigés. En mer du Nord, Løkkeborg (1990) identifie qu'un appât en mousse de polyuréthane à la saveur de crevette limite les captures de morues de petite taille par rapport à un appât naturel. De même, l'addition d'un élément de plastique à l'hameçon (Figure III.2.2)

permet de réduire la proportion d'églefin HT dans les captures mais entraine une réduction de 14% du rendement global de l'engin en moyenne (Huse et Soldal, 2000). Pour la lingue et le brosme par contre, une expérience similaire n'a d'effet ni sur le rendement, ni sur la taille des captures (Løkkeborg et Bjordal, 1995).

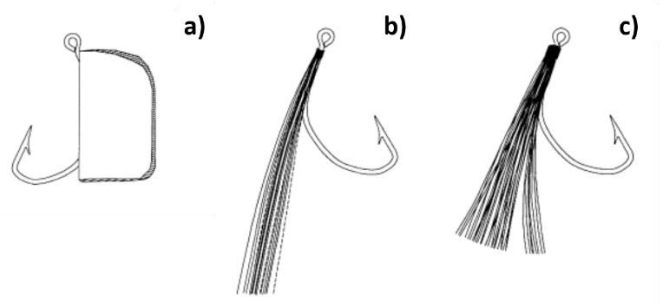


Figure III.2.2. Trois types d'appâts artificiels montés sur hameçon à large ouverture : (*a) morceau de plastique,* (*b) et* (*c) : filaments de nylon* (*modifié de Huse et Soldal, 2000)*

Les essais menés par Løkkeborg portent également sur le pouvoir attractif d'appâts composés des rebus industriels de hareng enveloppés dans des sacs de nylon (Løkkeborg, 1991). Ce type d'appât augmente les captures d'églefin (+58% en nombre), de lingue (+15%) et de brosme (+24%), mais réduit les captures de morue de 82% en nombre (Løkkeborg, 1991).

- Poissons pélagiques

La recherche bibliographique n'a pas permis d'identifier d'étude traitant de cette problématique.

2.2.3. LEURRES LUMINEUX

- Poissons démersaux

La recherche bibliographique n'a pas permis d'identifier d'étude traitant de cette problématique.

- Poissons pélagiques

Récemment, les essais se sont portés sur l'utilisation de leurres lumineux. Pour augmenter les captures d'espadon en Atlantique équatorial, Hazin *et al.* (2005) ont utilisé des leurres luminescents placés à 3 m les uns des autres. Ce dispositif augmente le rendement global de la pêcherie, espèces cibles et accessoires confondues (thon germon, peau bleue). Cette augmentation du rendement reste mal expliquée, pouvant être due à l'attraction du poisson lui-même ou à celle de ses proies préférentielles, les calmars (Hazin *et al.*, 2005). Deux types de leurres lumineux ont été testés : (1) des bâtons lumineux classiques à usage unique de couleur verte, de 18 cm de long et ayant une durée de vie de 6h avec un pic de luminosité atteint au bout de 4h, et (2) des leurres lumineux à piles Electralume, d'intensité quatre fois supérieure à celle des bâtons et de même couleur. L'analyse des données ne montre pas de différence notable entre les différents dispositifs

testés pour les espadons de 125-170 cm en longueur maxillaire inférieur–fourche caudale (LMF), mais une augmentation des captures d'individus <125 cm LMF avec le dispositif Electralume (Hazin *et al.*, 2005).

2.3. ETUDES ETRANGERES : HAMEÇONS

2.3.1. FORME DE L'HAMEÇON

Comme pour les lignes, la forme de l'hameçon impacte les captures et la survie des espèces accessoires dans les pêcheries palangrières. Les bénéfices de l'usage des hameçons circulaires par rapport aux hameçons traditionnels en J sont recensés.

- Poissons démersaux

Les études disponibles concernent l'effet des hameçons circulaires. Selon celles-ci, les hameçons circulaires augmentent les captures de merlan par rapport aux hameçons en « J » mais n'affectent pas les captures de morue et de brosme (Peeling 1985 dans Lokkeborg et Bjordal 1992). Un hameçon intermédiaire, l'« E-Z baiter », augmente les captures d'églefin et de morue de 50% et de 20% respectivement (Skeide *et al.* 1986 dans Lokkeborg et Bjordal 1992), réduisant d'autant le nombre d'individus des espèces accessoires capturés pour un même nombre d'hameçons. L'« E-Z baiter » a également été testé avec succès en Méditerranée, où son usage permet d'augmenter le rendement des palangres démersales artisanales (Tatone, 2008). Plus récemment, les captures de raies ont été estimées comme identiques quel que soit le type d'hameçon utilisé dans une pêcherie palangrière brésilienne à poissons démersaux (Afonso *et al.*, 2011).

- Poissons pélagiques

La flottille de palangriers pélagiques du Portugal cible l'espadon et le thon en Atlantique équatorial. Le rendement des palangres en espadon diffère en fonction de l'appât et de la forme de l'hameçon : les rendements obtenus avec les hameçons circulaires sont moindres (-39%), sans que cela ait de conséquences sur la valeur globale des captures par unité d'effort (VPUE). C'est l'unique espèce pour laquelle un effet de la forme de l'hameçon est observé, espèces cibles et espèces accessoires confondues (Coelho *et al.*, 2012). Dans le Pacifique, Gilman *et al.* (2007) établit une réduction de 36% des captures de peau bleu lors du passage d'un hameçon Mustad 9/0 J à un hameçon circulaire Lingren-Pitman 18/0 décalé de 10° dans une pêcherie ciblant l'espadon. L'auteur met cependant en avant l'influence de l'appât utilisé, avec une préférence du peau bleue pour le maquereau par rapport à l'encornet mais qui n'a pas été testée au cours de l'étude.

Dans les pêcheries à la palangre pélagique ciblant le thon et l'espadon en Atlantique Nord-Ouest, les espèces constitutives des rejets sont identiques aux captures (Carruthers *et al.*, 2009). L'emploi d'hameçons circulaires réduit la mortalité des rejets pour le thon albacore et le thon obèse, l'espadon et la raie pélagique

(Carruthers *et al.*, 2009; Pacheco *et al.*, 2011). Cette baisse de la mortalité des rejets a été observée dans d'autres pêcheries pour les mêmes espèces ainsi que pour le peau bleue, le voilier et le marlin, et mise en lien avec le niveau de croche de l'hameçon (Kerstetter et Graves, 2006; Pacheco *et al.*, 2011; Watson *et al.*, 2005).

En Australie, Ward *et al.* (2009) estiment que la conversion des palangriers aux hameçons circulaires n'entrainerait pas de pertes financières pour les pêcheurs. Enfin, en Méditerranée, les hameçons circulaires réduisent les risques d'ingestion de l'hameçon et la capture des tortues dans les pêcheries palangrières de thon pour une même ouverture (Piovano *et al.*, 2009).

2.3.2. TAILLE DE L'HAMEÇON

La relation entre la taille de la bouche du poisson et la taille totale n'est pas linéaire, ce qui altère la capacité des scientifiques à évaluer l'efficacité d'un hameçon par classe de taille (Erzini *et al.*, 1998). Erzini *et al.* (1996) mettent aussi en cause la qualité de l'échantillonnage lors des essais de palangre, avec par exemple peu de captures d'individus de grande taille car peu nombreux dans la population elle-même et pouvant être soumis à de forte pression de pêche par d'autres engins. En conséquence, les essais portant sur l'influence de la taille de l'hameçon sur la taille des captures présentent des résultats très mitigés.

- Poissons démersaux

Les études historiques n'ont pas identifié de lien entre la taille de l'hameçon et la taille des individus de morue et d'églefin capturés à la palangre démersale en Atlantique Nord, mais une augmentation du rendement global est observée lors de l'usage de petits hameçons (Johannessen 1983 dans Lokkeborg et Bjordal 1992). Le même phénomène a été observé dans une pêcherie à la palangre démersale artisanale exploitant le vivaneau rose au Costa Rica : le rendement de l'engin augmente lorsque la taille de l'hameçon décroit, sans incidence sur la taille moyenne des individus capturés (Mongeon *et al.*, 2013). A l'inverse, l'augmentation de la taille de l'hameçon entraine une réduction des niveaux de capture globale, mais une augmentation de la taille moyenne des vivaneaux roses capturés (Mongeon *et al.*, 2013). Enfin, une étude gréco-portugaise sur la palangre démersale artisanale utilisée dans une pêcherie multi-spécifique identifie que l'augmentation de la taille de l'hameçon n'a pas d'incidence sur la structure en taille des captures, quelle que soit l'espèce considérée (quatre tailles d'hameçon en « J » testées) (Stergiou et Erzini, 2002).

- Poissons pélagiques

Une seule étude a pu être identifiée. Elle établit une réduction des captures de raies pélagiques lorsque la taille de l'hameçon circulaire augmente pour les palangres pélagiques utilisées en Méditerranée (Piovano *et al.*, 2010).

2.4. ETUDES ETRANGERES : MISE EN ŒUVRE

Les conditions de mise en œuvre pouvant modifier l'efficacité en pêche des palangres sont abordées d'un point de vue technique. Celles-ci incluent le temps d'immersion, le montage des lignes ainsi que le maniement des individus rejetés.

2.4.1. TEMPS D'IMMERSION

Le pouvoir d'attraction de l'appât est un critère d'efficacité pour l'engin de pêche (Løkkeborg et Johannessen, 1992). Løkkeborg et Pina (1997) ont estimé le rendement optimum des appâts pour les palangres démersales à 2h30 à partir de la mise à l'eau, après quoi sa capacité d'attraction décline rapidement. Ces observations sont cohérentes avec les résultats obtenus sur l'influence du temps d'immersion sur le rendement de palangres pélagiques travaillant l'espadon, le thon obèse, le thon albacore et le thon germon au Canada : les résultats montrent que celui-ci n'a pas d'influence sur les niveaux de captures d'espadon, l'espèce ciblée, ni sur les niveaux de captures de requin bleu, l'une des espèces accessoires de la pêcherie. Par contre, l'augmentation de la température de l'eau augmente les niveaux de capture d'espadon et la réduction du temps d'immersion des palangres réduit la mortalité par pêche de l'ensemble des espèces (Carruthers *et al.*, 2011).

2.4.2. MONTAGE

Avançons

La distance entre deux avançons participe à la sélectivité d'une palangre par un effet de « saturation » : si celle-ci est trop faible, les hameçons à proximité d'un hameçon ayant effectué une prise ne sont plus disponibles à la pêche et le rendement de l'engin diminue. L'augmentation de l'espacement des avançons de 1.83 m à 3.66 m est sans effet sur le rendement et sur la structure en taille des captures d'une palangre démersale en Atlantique Nord-Ouest (Milliken *et al*, 2000).

Le matériau constitutif des avançons a également été étudié. Il est traditionnellement composé d'un mono-filament de nylon ou autre plastique souple. Des essais avec du fil d'acier ont été menés (Branstetter et Musick, 1993) mais cette pratique est de moins en moins utilisée, le nylon étant plus sélectif pour les espèces pélagiques (Ward *et al.*, 2008). Si l'avançon est composé d'un fil à plusieurs fibres (multi-filaments), les captures d'espadon sont systématiquement réduites (Stone et Dixon, 2001).

Lest

Une seule étude a été identifiée relative à l'effet sur l'efficacité des palangres d'une augmentation du lest, qui en augmente la vitesse de coulage. Selon les résultats obtenus, celle-ci ne permet pas de réduire les captures d'églefin HT pour les palangres démersales de Norvège (Huse et Soldal, 2000).

Palangre automatique

En Norvège, une expérience menée sur l'usage d'une palangre démersale automatisée enregistre de meilleurs rendements pour la morue (+2.3%) et l'églefin (+6.2%) (Larsen et Rindahl, 2008).

Profondeur de déploiement

Enfin, la profondeur à laquelle une palangre démersale est déployée influence les assemblages d'espèces capturées dans une pêcherie brésilienne (Afonso *et al.*, 2011). Ce paramètre doit donc être pris en compte pour améliorer la sélectivité des palangres.

2.4.3. MANIEMENT DES INDIVIDUS REJETES

Globalement, l'usage des hameçons circulaires est reconnu comme réduisant la mortalité par pêche des individus lors de leur remise à l'eau (Afonso *et al.*, 2011; Ward *et al.*, 2009).

- Poissons démersaux

En Norvège, la mortalité de l'églefin HT (<44 cm) associé à l'emploi d'un hameçon en « J » sur les palangres pélagiques a été estimée pour 3 configurations différentes : (1) le poisson est capturé par un hameçon « J » et délivré à l'aide d'un crucifix[16] au moment du virage de la palangre, (2) le poisson est capturé par un hameçon « J » et délivré à l'aide d'une gaffe au moment du virage de la palangre, (3) le poisson est capturé à l'aide d'un hameçon sans émerillon et délivré à la main. Le troisième cas correspondait au groupe témoin de l'expérimentation menée. A l'issu des essais, les poissons relâchés à la gaffe présentent la plus forte mortalité (53%), l'usage du crucifix permet de réduire la mortalité des individus de 14% par rapport à la gaffe. La mortalité du groupe témoin est la plus faible, égale 9% (Huse et Soldal, 2002).

La mortalité des morues HT a été évaluée dans une pêcherie palangrière démersale en Atlantique nord pour deux méthodes de relargage : (1) l'animal est remonté et libéré par un système automatique, (2) l'animal est remonté et libéré manuellement (Milliken *et al.*, 2009). Un groupe d'individus témoin a été capturé à la canne

[16] dispositif de libération automatique du poisson, composé de deux cylindres métalliques montés sur le plat-bord, verticalement et en parallèle, dont l'espacement est trop faible pour permettre le passage du poisson lorsque la ligne est virée (Milliken *et al*, 1999)

et relâché manuellement. Les individus ayant subi le processus automatisé présentaient la plus forte mortalité (Milliken *et al.*, 2009). D'autre part, cette expérience a mis en avant l'influence de la température du milieu sur la capacité de survie des individus : plus celle-ci augmente, plus la mortalité est forte (Milliken *et al.*, 2009).

- Poissons pélagiques

Au Canada pour les flottilles de palangriers pélagiques travaillant l'espadon, le thon obèse, le thon albacore et le thon germon, les scientifiques insistent sur la nécessité de collaborer avec les professionnels pour mieux comprendre les pratiques et adopter les techniques les plus respectueuses de la ressource, en particulier pour la fraction rejetée (Carruthers et Neis, 2011). Les principales espèces accessoires de cette pêcherie sont le requin bleu, la raie violette et les tortues. L'usage de dégorgeoirs (Figure III.2.3), développés initialement pour les tortues, améliore la survie de l'ensemble des espèces rejetées.

Figure III.2.3. Exemples de dégorgeoirs à poisson (source : www.delphi-peche.com)

2.5. CONCLUSION

Les études étrangères portant sur la sélectivité des palangres s'attachent principalement à l'évaluation du rendement des engins et à celle de la mortalité des individus constituant les rejets. Les hameçons circulaires apparaissent efficaces pour limiter la mortalité sans affecter les captures. D'après les études consultées, la taille de l'hameçon a quant à elle un rôle mineur dans la sélectivité de l'engin.

Selon les résultats obtenus, l'optimisation de la capacité d'attraction de l'engin est en lien avec sa mise en œuvre : en réduisant le temps nécessaire au déploiement de la palangre, l'efficacité globale de l'engin est améliorée. Le temps d'immersion doit intégrer cette notion d'optimisation. Les développements récents insistent également sur l'importance de prendre en compte le comportement des espèces face aux palangres pour en améliorer la sélectivité. Le choix de l'appât et les zones de déploiement intègrent ces spécificités de

comportement. Le programme PASAMER s'intéresse à cette problématique pour la pêche à la palangre en eaux profondes ciblant le sabre et le merlu.

L'automatisation des palangres entraine un meilleur rendement mais une augmentation de la mortalité des rejets. L'utilisation volontaire de dégorgeoirs permet de réduire cette mortalité dans certaines pêcheries palangrières.

D'autre part, les palangres ont été comparées à d'autres métiers tels que le chalut pour la capture de morue et d'églefin (Halliday *et al.*, 1999; Saetersdal 1963 dans Løkkeborg et Bjordal, 1992), ou les filets pour les pêcheries artisanales côtières du Portugal (Stergiou et Erzini, 2002 et références inclues). Ces études concluent à un engin plus sélectif et capturant des individus plus grands que les arts de pêche auxquels il est comparé.

Enfin, la FAO a lancé un travail de fond pour qualifier et quantifier les rejets associés à la pêcherie palangrière pélagique ciblant le thon. Le travail réalisé constitue un ouvrage de référence sur les dispositifs de réduction des captures accessoires pour les palangres pélagiques (Clarke *et al.*, 2014).

Parmi les ouvrages consultés, les espèces les mieux représentées sont les grands pélagiques (thon, espadon, requin) et quelques espèces démersales d'Atlantique nord (morue, églefin). Peu d'études portent sur les espèces exploitées en France telles que le merlu, le congre ou le bar.

3. FILEYEURS

3.1. PRESENTATION

En 2011, le filet à petites mailles à poissons est le premier métier de la façade Atlantique devant le chalut de fond par ordre d'importance de l'activité, tandis que l'ensemble des métiers du filet compte pour 28% de l'activité totale en mois-navire. Sur la façade Manche, il s'agit du troisième métier derrière la drague à coquille et le chalut de fond, et l'ensemble des métiers du filet compte pour 23% de l'activité totale en mois-navire. Sur la façade Méditerranée, les métiers du filet représentent 74% du total de l'activité de pêche recensée en nombre de mois d'activité pour la même année 2011 (Leblond *et al.*, 2013).

Les flottilles

Les fileyeurs incluent les pêcheurs pratiquant le filet maillant et le trémail, ceux-ci pouvant être utilisés calés ou dérivants. Le trémail est un engin qui cible exclusivement les espèces bentho-démersales, normalement utilisé calé sur le fond. La pratique du filet est actuellement en expansion, avec un report ou une substitution

de l'effort de pêche du chalut vers le filet. Le Tableau III.3.1 recense, par façade ou zone de pêche, les principales espèces retrouvées dans les captures et les rejets des navires exerçant le métier du filet. Notons que seules des espèces bentho-démersales y sont représentées.

Tableau III.3.1. Principales espèces bentho-démersales retrouvées dans les captures et dans les rejets des navires pratiquant le filet pour différentes zones de pêche françaises (Leblond et al., 2014; Cornou et al., 2015)

	Captures			Rejets				
	Manche – mer du Nord	*Atlantique*	*Méditerranée*	*Manche est – sud mer du Nord*	*Golfe de Gascogne (nav.<15 m)*	*Golfe de Gascogne (nav.>15 m)*	*Bretagne et Manche ouest (nav.<15 m)*	*Bretagne et Manche ouest (nav.>15 m)*
Anguille			■					
Araignée et tourteau	■			■	■	■	■	■
Bar		■						
Baudroies	■	■					■	■
Chinchard					■			
Dorade royale			■					
Dorades			■					
Emissoles spp				■		■	■	
Grondin						■		
Lieu jaune		■		■	■		■	
Lieu noir		■						■
Limande				■				
Lingue							■	■
Maquereau						■		
Merlan			■		■	■		
Merlan bleu						■		
Merlu		■	■			■		
Morue	■			■			■	■
Petite roussette	■				■	■	■	
Plie	■			■				
Raies spp				■			■	
Rouget		■						■
Seiche	■	■		■				
Sole	■	■	■	■				
Tacaud				■	■	■		
Turbot	■	■						
Vieille					■			

Une description technique détaillée de chacun des filets utilisés sur le territoire national peut par ailleurs être retrouvée dans l'ouvrage de Deschamps (2009).

- Poissons démersaux

L'ensemble des espèces commerciales bentho-démersales sont ciblées par les filets, avec des spécificités saisonnières et régionales (Tableau III.3.1). Dans le sud du golfe de Gascogne, au pays basque, les marées sont de 12h au maximum pour la flottille des fileyeurs côtiers, les filets étant posés à la tombée du jour et relevés le matin. Pour le merlu et le rouget, les filets ne sont mouillés que 3h à 4h avant d'être relevés. Les rejets représentent 12% du total des captures et sont principalement composés de maquereau et de

chinchard (Sanchez et Santurtun, 2013). En Manche, les fileyeurs ciblant la sole ont des pratiques qui diffèrent selon les saisons. En hiver, les filets sont posés le soir au coucher du soleil et virés le lendemain matin, tandis qu'en été les pêcheurs travaillent « aux émerillons » : les filets sont dérivants et virés à quelques heures d'intervalle. Ces exemples illustrent la grande diversité des pratiques existantes autour des métiers du filet. Le Tableau III.3.2 recense les temps d'immersion observés en moyenne pour les différentes zones de pêche françaises et pour l'ensemble des métiers du filet. Les filets dérivants sont immergés quelques heures, alors que les filets calés et les trémails peuvent être immergés pour plusieurs jours, avec un maximum de 10 jours observé en Manche Ouest pour les filets à crustacés.

Tableau III.3.2. Temps d'immersion moyen des différents filets, en fonction du type d'espèce ciblée et de la zone de pêche (source : IFREMER)

Zone	Engin	Espèces ciblées	Temps d'immersion moyen (h)	Ecart-type (h)
Sud mer du Nord	Trémails	Crustacés	32,25	13,64
		poissons démersaux	26,73	26,36
Manche Est	Filets dérivants	poissons démersaux	0,44	0,10
		petits pélagiques	0,38	0,18
	Filets calés	poissons démersaux	15,14	8,34
	Trémails	Crustacés	27,10	19,21
		poissons démersaux	18,29	11,85
Manche Ouest	Filets calés	Crustacés	208,71	155,23
		poissons démersaux	18,03	22,25
	Trémails	Crustacés	24,00	0,00
		poissons démersaux	55,27	27,71
Mer Celtique	Filets calés	poissons démersaux	10,03	0,30
	Trémails	poissons démersaux	68,26	10,37
Nord Gascogne	Filets calés	poissons démersaux	21,65	19,40
		grands pélagiques	3,71	0,57
		petits pélagiques	24,47	0,41
	Trémails	Céphalopodes	69,40	0,32
		Crustacés	17,44	8,78
		poissons démersaux	29,20	23,73
Sud Gascogne	Filets dérivants	poissons démersaux	1,89	3,12
	Filets calés	poissons démersaux	6,54	10,36
		grands pélagiques	23,64	0,80
	Trémails	céphalopodes	47,02	0,30
		poissons démersaux	22,13	12,27
Méditerranée	Filets calés	poissons démersaux	19,84	12,30
	Trémails	Crustacés	83,04	50,41
		poissons démersaux	28,65	17,98

- Poissons pélagiques

Les poissons pélagiques capturés au filet sont historiquement le hareng, la sardine et le maquereau d'une part, et les grands pélagiques (thon, espadon) d'autre part (Deschamps, 2009). A ce jour, l'essentiel de la pêche aux petits pélagiques a été reporté sur la bolinche. En 1992, un premier règlement a limité la longueur des filets dérivant à 2.5 km. Les filets maillants dérivants pour la capture des grands pélagiques ont été interdits au 1er janvier 2002 dans les eaux de l'UE et la thonaille, un filet dérivant spécifique de Méditerranée,

a été interdite en 2009. A ce jour, une proposition de loi est déposée auprès de la Commission Européenne pour interdire l'usage de tout filet dérivant (CE, 2014).

Les travaux

En France, des essais de sélectivité sur les filets ont été conduits entre 1979 et 1997, sans que ceux-ci soient rattachés à un programme spécifique. Seule l'influence de la taille de maille a été étudiée pour la capture des espèces bentho-démersales. L'Ifremer a également conduit des études comparatives sur les performances des filets maillants dérivants pour la capture du thon germon en Atlantique avant leur interdiction (Antoine et Danel, 1992). De même, l'activité de pêche liée aux filets maillants dérivants a été analysée en Méditerranée mais leur sélectivité n'a pas été abordée (Sacchi et Lespagnol, 2010).

Des études étrangères ont été prises en compte pour compléter les connaissances relatives à la sélectivité des filets maillants et des trémails. Ces travaux peuvent également fournir des pistes de travail pour de futures études nationales.

3.2. ETUDES FRANÇAISES : TREMAIL ET FILET CONFONDUS

3.2.1. TAILLE DE MAILLE

Sélectivité toutes espèces démersales

Les travaux de sélectivité portant sur la taille de maille des filets ont été réalisés entre 1979 et 1997 sur les flottilles exerçant en Manche et en Atlantique. En 1979, Brabant (1979) établit les courbes de sélectivité de quatre engins ciblant la sole : un chalut à perche en maillage de 80 mm et trois trémails en maillage de 84 mm, 90 mm et 100 mm. Les résultats de cette étude indiquent que le trémail monté en mailles de 90 mm a des propriétés sélectives proches de celle du chalut à perche en 80 mm de maille (Tableau III. 3.3).

Tableau III. 3.3. Récapitulatif des paramètres de sélectivité obtenus sur la sole pour un chalut à perche (maille de 80 mm) et trois filets de trémails (maille de 84, 90 et 100 mm) (Brabant, 1979)

	Chalut	Trémail		
Maillage	80	84	90	100
L25	25.6	24	26	27.5
L50	24.3	23	24.7	28.8
L75	27.4	25.5	27	30.2

Les travaux sur les trémails à sole ont été repris par Minet (1997), qui étudie la structure en taille des captures pour les même tailles de mailles. La courbe est décalée vers la droite à mesure que la taille de maille augmente, avec un mode à 27 cm, 29 cm et 31 cm pour une taille de maille de 84 mm, 90 mm et 100 mm respectivement (Figure III.3.1).

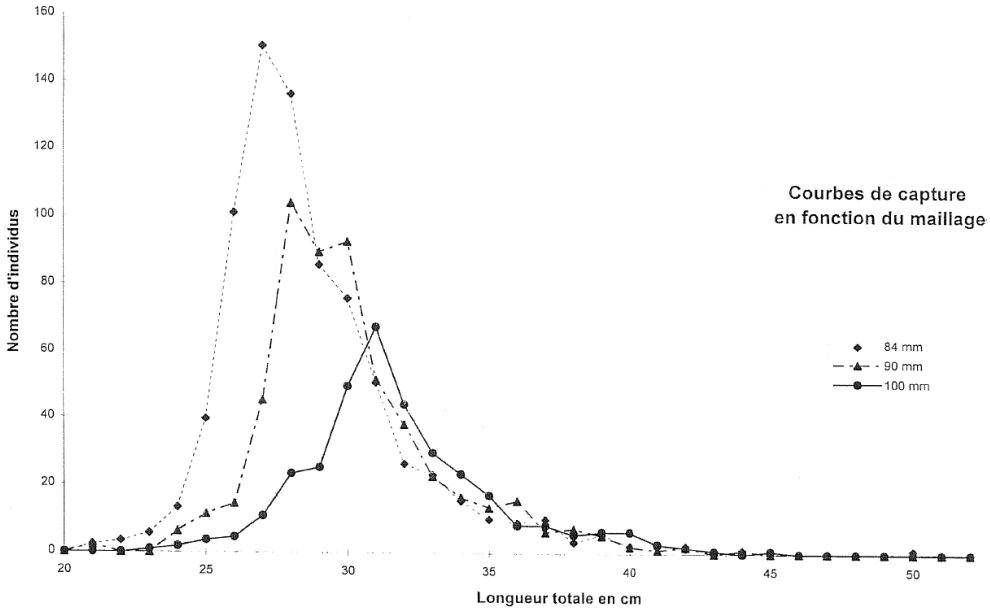


Figure III.3.1. Structure en taille des captures de sole dans le Pas-de-Calais pour trois tailles de maille de filet trémail (*Minet, 1997)*

A la même période, Pouvreau et Morizur (1995) font un état des lieux des propriétés sélectives des filets maillants et trémails en fonction de la taille de maille pour le turbot, la barbue, la baudroie, le lieu jaune, le rouget barbet, le bar, la sole commune, les raies, le merlu, l'araignée et la langouste sur la façade Atlantique. Les auteurs suggèrent un maillage minimum pour chaque espèce lorsque les données disponibles sont suffisantes (Tableau III.3.4). Les données sont insuffisantes pour le merlan, la morue, le mulet, la plie et la seiche. D'autre part, Le Foll (1993) a montré qu'il n'existait pas de différence significative dans les compositions en taille des captures obtenues au filet à araignée entre les maillages 220 mm et 240 mm.

Tableau III.3.4. Récapitulatif des résultats obtenus sur l'étude de la sélectivité des filets maillants et trémails pour les principales espèces exploitées par les flottilles françaises en Atlantique (modifié de Pouvreau et Morizur, 1995)

Espèce		*Maillage étiré étudié (mm)*	*Taille minimale de première capture (cm)*	*Taille pour le premier mode (cm)*	*Taille minimum légale (cm)*	*Taille moyenne de première maturité sexuelle (cm)*		*Maillage minimum suggéré*	*Référence si autre que Pouvreau et Morizur 1995*
						F	M		
Araignée	D D D D	220 80 270 320	9,5 4,5 7,5 7,5	13,5 9,5 13,5 12,5	12	Très variable		220	
Bar		100 92 89 82 70	38 33 33 30 28		36	42	32-37	100-110	Pawson et Pickett (1987)
Barbue		270	39	54	30	33-41	25	240-260	
Baudroie	D T	270 et 320 270 et 320	50-55 30-40	70-80 70-75	néant	50-60		270	
Langouste	D D T	270 320 320	7,5 8,5 7,5	11,5 13,5 11,5	7,5 ([f])	(9,5)		270-320	
Lieu jaune		80 110 150	29 47 55	32 65 71	30	45		80-110	
Merlan		(76)						?	
Merlu	D D	80 110	45 50	64 64	30 * 27 **	57	40	(80)-110	
Morue		(160)						?	
Mulet		(90)						?	
Plie		(110)						?	
Raies	T T D D	270 320 270 320	37 47 45 52	60-65 65 60 65	néant	60 pour la raie douce		320 pour la raie douce	
Rouget barbet		46	13 ([lf])	16,5 ([lf])	15	18	16	48-55	Petrakis et Stergiou (1995)
Seiche		(110)						?	
Sole commune		110 120 104 96 90 84	28 30 27 25 24 23		24	31 22	22	90-110	Sacchi *et al.* (1987)
Turbot		320	42	53	30	47-54	40	240-270	

Légende :
F : Femelle
M : Mâle
* Régions 1 & 2
** Région 3
([lf]) Longueur à la fourche
([f]) Longueur céphalothoracique minimale française
D : Droit
T : Trémail

(…) : Les parenthèses sur certains maillages indiquent que les informations sont insuffisamment précises pour conclure.

3.2.2. MISE EN ŒUVRE

Sélectivité gadidés

En Manche, une étude menée auprès des professionnels identifie que, comme pour les palangres, l'augmentation du temps d'immersion au-delà des pratiques propres à chaque espèce a un effet contreproductif sur le rendement des filets en réduisant la fraction commerciale (Marchal *et al.*, 2007).

3.3. ETUDES ETRANGERES : FILETS MAILLANTS

Les travaux réalisés à l'étranger permettent de compléter les connaissances disponibles à l'échelle nationale.

3.3.1. TAILLE DE MAILLE

Sélectivité toutes espèces démersales

Entre 1994 et 1995, Fonseca *et al.* (2005) ont étudié l'influence de la taille de maille sur les captures dans le cadre d'une pêcherie multi-spécifique au filet maillant. Chaque filet mesure 50 m de long par 3 m de haut. Les caractéristiques techniques sont présentées dans le Tableau III.3.5. Les captures sont réalisées en zone côtière, dans des fonds de 100 m de profondeur maximum. La durée d'immersion des filets est de 15h en moyenne, les filets étant posés au crépuscule et relevés au matin. La sélectivité des différents filets a été estimée selon la méthode SELECT (Millar, 1992).

Tableau III.3.5. Caractéristiques techniques des filets testés dans le cadre d'une étude de sélectivité pour une pêcherie multi-spécifique portugaise (modifié de Fonseca, Martins, et al., 2005)

Taille de maille (mm)	*Longueur*		*Nombre de mailles*		*Ralingue de côté (m)*	*Matériau du fil*	*Diamètre (mm)*
	Ralingue flottante (m)	*Ralingue de fond (m)*	*Longueur*	*Hauteur*			
40	50.7	52.3	2536	74.0	3.0	PA mono	0.35
60	51.8	53.2	1680	49.0	3.0	PA mono	0.35
70	49.3	50.8	1450	43.5	3.0	PA mono	0.35
80	49.5	50.8	1270	37.5	3.0	PA mono	0.35
90	49.7	50.8	1130	33.0	3.0	PA mono	0.35

Les principales espèces commerciales capturées sont le merlu, le pageot acarne, le rouget barbet, le tacaud et le chinchard. Ces 5 espèces composent 12%, 34%, 24%, 20% et 64% des captures totales en poids pour une taille de maille de 40 mm, 60 mm, 70 mm, 80 mm et 90 mm respectivement (Tableau III.3.6). Les tailles de mailles >60 mm réduisent donc la fraction rejetée. Les auteurs soulignent également que ces tailles de maille ne capturent pas d'individus HT pour les principales espèces commerciales (Fonseca, Martins, *et al.*, 2005). Les courbes de sélectivité estimées pour le merlu, le pageot acarne, le rouget barbet, le tacaud, le chinchard et la roussette sont présentées en Figure III.3.2.

Tableau III.3.6. Proportions en nombre (NB) et en poids (PDS) de différences espèces dans les captures totales au filet maillant pour quatre tailles de mailles (modifié de Fonseca, Martins, et al., 2005)

Taille de maille (mm)	*40*		*60*		*70*		*80*		*90*	
Proportions (%)	*NB*	*PDS*	*NB*	*PDS*	*NB*	*PDS*	*NB*	*PDS*	*NB*	*PDS*
Espèces commerciales										
Merlu	2	5	7	12	7	10	5	8	10	16
Pageot acarne	0	0	5	5	7	5	10	8	41	45
Rouget barbet	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1
Tacaud	4	3	17	12	10	6	5	3	3	3
Chinchard	4	3	4	3	1	1	1	0	0	0
Céteau	3	2	2	1	1	0	0	0	0	0
Roussette	2	3	18	21	28	33	32	36	8	9
Autres	64	66	30	35	37	40	41	42	26	24
Espèces non commerciales										
Fausse limande	3	1	9	2	3	0	1	0	1	0
Autres	18	16	8	6	4	2	3	1	10	4

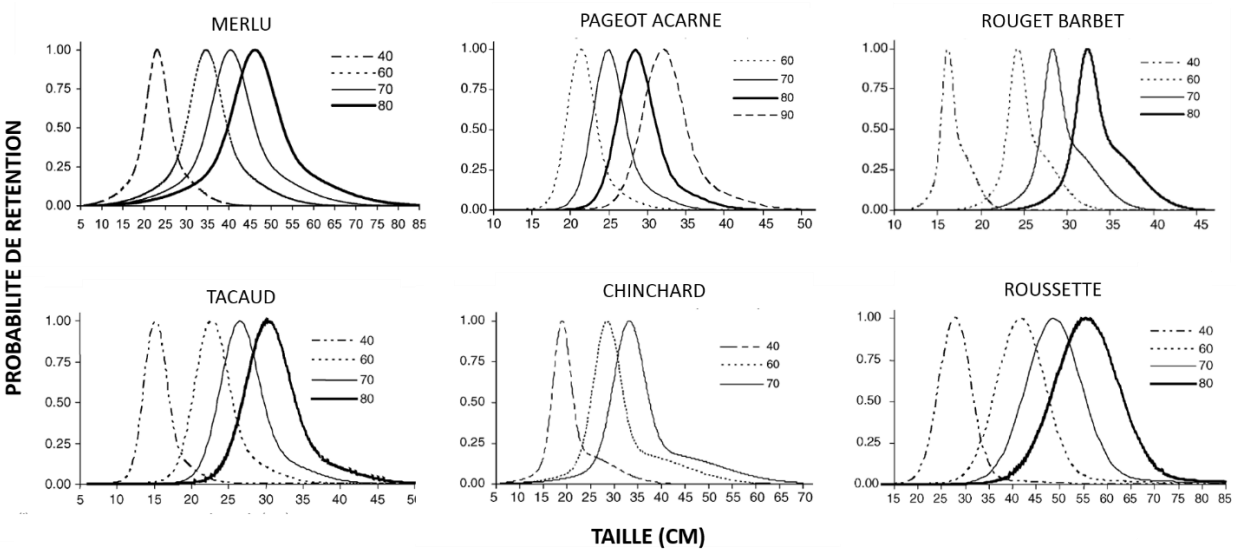


Figure III.3.2. Courbes de sélectivité estimées par la méthode SELECT (Millar, 1992) pour le merlu, la dorade, le rouget barbet, le tacaud, le chinchard et la roussette, pour quatre tailles de mailles de filets maillants (modifié de Fonseca, Martins, et al., 2005)

Sélectivité morue

Salvanes (1991) établit les courbes de sélectivité de deux filets maillants et d'un trémail pour une population de morue sur les côtes norvégiennes. Les caractéristiques techniques des engins testés sont précisées dans le Tableau III.3.7.

Tableau III.3.7. Caractéristiques techniques de deux trémails et d'un filet maillant testés pour la sélectivité de la morue norvégienne (Salvanes, 1991)

	Trémail n°1	Trémail n°2	Filet maillant
Longueur	21 m	28 m	26 m
Hauteur	2 m	2 m	1.5 m
Maillage (maille étirée)	Interne : 45 mm Externe : 261 mm	Interne : 70 mm Externe : 261 mm	39 mm
Rapport d'armement	1 :3	1 :3	1 :3
Caractéristiques fil	Nylon	Nylon	Monofilament, Ø 0.2 mm

L'augmentation de la taille de maille de la nappe interne du trémail décale la courbe de sélectivité vers la droite (Figure III.3.3, A). L'auteur précise que la courbe de sélectivité ne revient pas à zéro pour les grands

individus (>47 cm) du fait de leur emmêlement dans les nappes externes du trémail (Salvanes, 1991). Les courbes de sélectivité absolue estimées montrent que le trémail en maille de 45 mm pour sa nappe interne est plus sélectif pour les petits individus (≤19 cm) que le filet maillant en 39 mm de maille étirée (Figure III.3.3, B et C). Les données n'ont pas permis d'estimer les courbes de sélectivité absolue pour les individus de taille >23 cm.

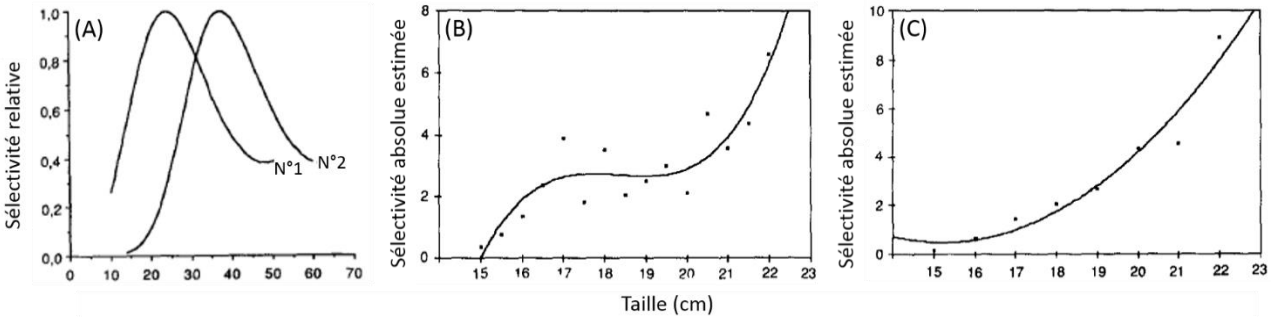


Figure III.3.3. (*A) Courbes de sélectivité relatives de la morue de deux trémails différents par la taille de maille de la nappe interne, qui est de 45 mm pour le trémail B et de 70 mm pour le trémail C ;* (*B) Courbe de sélectivité absolue estimée pour un filet maillant de 39 mm de maille étirée et* (*C) courbe de sélectivité absolue estimée pour un trémail de 45 mm de maille étirée pour la nappe interne* (*modifié de Salvanes, 1991).*

D'autre part, si la sélectivité d'un filet est habituellement associée à la taille de maille relativement à la circonférence des espèces ciblées, l'effet d'emmêlement n'est pas négligeable : Hovgård *et al.* (1999) ont travaillé sur les captures de morues par des filières composées de 6 filets maillants de tailles de maille différentes (Tableau III.3.8). Le temps d'immersion des filets est en moyenne de 22h. Les résultats indiquent quatre modes de captures possibles : par les ouïes (maillage), par les maxillaires, par les dents ou autre (Figure III.3.4, gauche). Ils modélisent la sélectivité de l'engin global en prenant en compte (1) le maillage des poissons par la tête, mais aussi (2) l'emmêlement et (3) un effet aléatoire de la taille dans l'emmêlement. En testant plusieurs modèles statistiques, la courbe de sélectivité obtenue fait apparaitre des probabilités de captures différentes pour les petits (<30 cm) et les gros individus (>75 cm) qui reflètent les différentes modalités de capture possibles (Figure III.3.4, droite) (Hovgård *et al.*, 1999).

Tableau III.3.8. Caractéristiques techniques des 6 nappes constitutives de filets des filières à morue testés par Hovgård et al. (1999)

Type de fil	Monofilament « Japanese » n°1.5 : 330 denier, 0.2 mm, gris-argent
Tailles de mailles de chacune des 6 nappes de filet (nombre de filaments)	90.1 mm (3), 99.4 mm (4), 107.7 mm (4), 122.8 mm (4), 133.5 mm (4) et 150.7 mm (6)
Longueur du filet	De 69.2 m à 71.5 m
Hauteur du filet	3.8 m
Rapport d'armement	0.38 (ralingue flottante) et 0.5 (ralingue de fond)
Flotteurs	38 gf.m-1
Lest	70 gf.m-1

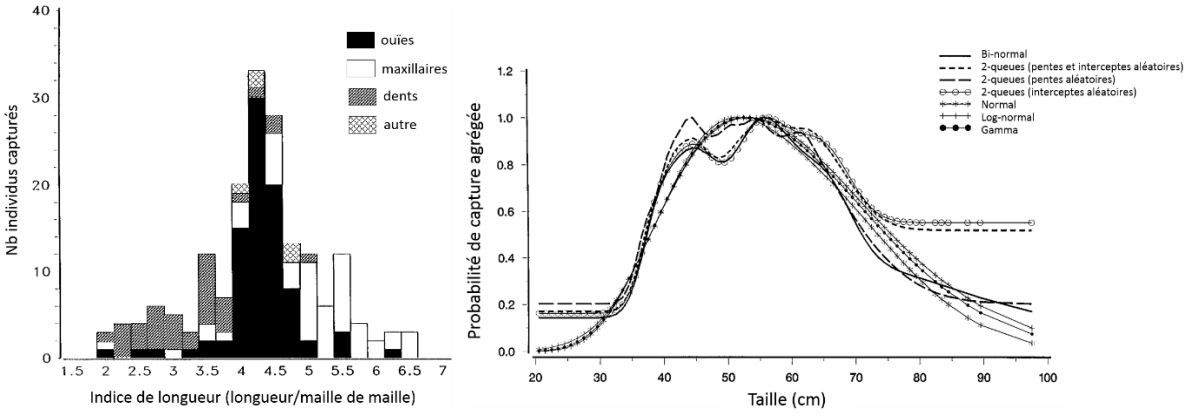
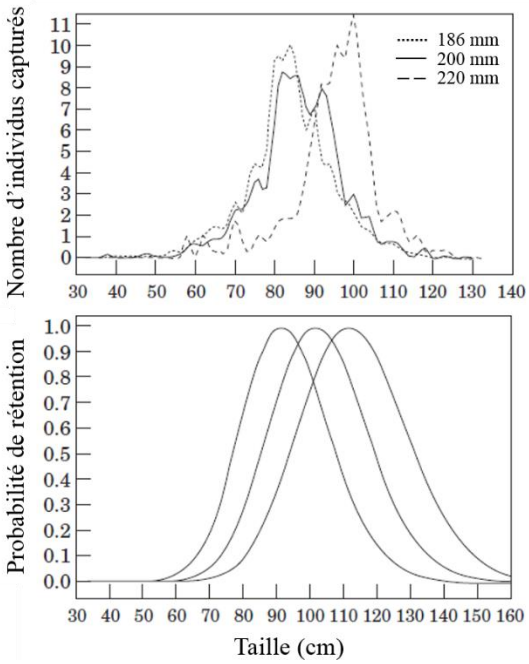


Figure III.3.4. Modes de capture (à gauche) et modélisation expérimentale selon 6 distributions statistiques de la sélectivité (à droite) d'une filière à morue (*Hovgård et al., 1999).*

Huse *et al.* (2000) ont comparé les performances de trois engins de pêche (un chalut, une palangre et un filet maillant) pour la capture d'églefin et de morue en mer de Barents. Trois tailles de mailles ont été testées pour les filets maillants : 186 mm, 200 mm et 220 mm. La structure en taille des captures est présentée, la sélectivité a ensuite été modélisée selon une courbe en cloche (Figure III.3.5). Selon les résultats de cette étude, la taille moyenne des morues capturées au filet, toutes tailles de maille confondues, est supérieure de 17 cm à celle des morues capturées au chalut ou à la palangre. L'absence d'églefin dans les captures au filet a été associée à une taille de maille trop importante pour cette espèce (Huse *et al.*, 2000).



Taille de maille (mm)	Mode (cm)	Ecart (cm)
186	94.7	13.67
200	101.8	14.70
220	112.0	16.17

Figure III.3.5. Structure en taille des captures de morue en mer de Barents par des filets maillants pour trois tailles de mailles différentes (en haut), et courbes de sélectivité correspondantes (en bas) ; le tableau recense les paramètres des courbes de sélectivité estimées (modifié de Huse et al.*, 2000).*

Sélectivité merlu

La sélectivité du filet maillant à merlu a été évaluée au Portugal pour 4 tailles de maille : 70 mm, 80 mm, 90 mm et 100 mm (Santos *et al.*, 2003). Les captures concernent des individus de 17 cm à 65 cm de long. Les caractéristiques techniques des filets déployés sont précisées dans le Tableau III.3.9.

Tableau III.3.9. Caractéristiques techniques des filets déployés par Santos et al. (2003) pour évaluer la sélectivité des filets maillants au merlu.

Matériau	PA monofilament, vert clair, Ø 0.3 mm			
Flotteurs (gf)	25 flotteurs de PVC de 93 gf par filet			
Rapport d'armement (ralingue flottante/ralingue de fond)	0.5 /0.52			
Dimensions des filets (Longueur/Hauteur)	50 m / 6.3 m			
Taille de maille (mm)	70	80	90	100
Taille de maille mesurée (mm) (±SD)	69.5±0.5	81.0±0.5	88.5±0.6	96.3±0.5
Longueur de filet (m) (nombre de mailles)	1380	1260	1098	996
Hauteur de filet (nombre de mailles)	90.5	77.5	70.5	65.5
Longueur de ralingue flottante (m)	47.8	50.6	50.0	47.6
Longueur de ralingue de fond (m)	49.9	52.9	52.3	49.5

Pour les individus maillés et emmêlés, le mode des courbes de sélectivité obtenues est de 40.1 cm, 46.7 cm et 51.0 cm respectivement pour une taille de maille de 70 mm, 80 mm et 90 mm ; la courbe de sélectivité du filet de 100 mm de maille n'a pas pu être obtenue. Le rendement des filets décroit à mesure que la taille de maille augmente (Tableau III.3.10). Les auteurs préconisent l'usage professionnel d'un filet en maille de 80 mm comme compromis entre la préservation de la ressource et celle des captures commerciales.

Tableau III.3.10. Caractéristiques des captures de merlu obtenues au filet maillant pour quatre tailles de maille différentes et mode de la courbe de sélectivité estimée (méthode SELECT - Millar, 1992) (modifié de Santos et al., 2003)

Taille de maille (mm)	70		80		90		100	
Mode de rétention	Accroché	Maillé/ emmêlé	Accroché	Maillé/ emmêlé	Accroché	Maillé/ emmêlé	Accroché	Maillé/ emmêlé
Nombre d'individus capturés	572	896	262	420	137	242	141	188
Total	*1468*		*682*		*379*		*329*	
Longueur totale moyenne (±SD) (cm)	39.8 ± 5.9	39.7 ± 4.6	41.1 ± 8.5	45.0 ± 6.0	41.7 ± 9.2	47.5 ± 6.5	39.9 ± 9.0	48.9 ± 7.1
Total (±SD) (cm)	*39.7 ± 5.1*		*43.6 ± 7.3*		*45.4 ± 8.1*		*45.0 ± 9.1*	
Mode de la courbe de sélectivité estimée	*40.1*		*46.7*		*51.1*		–	
Taille minimum (cm)	16.0	23.5	18.3	29.4	18.7	30.5	17.1	31.3
Taille maximum (cm)	65.6	57.5	65.2	59.5	59.2	65.5	60.2	63.5
Nombre de HT (<27 cm)	10	0	9	0	7	0	7	0
Rendement (kg/750 m) (±SD)	*24.0 ± 15.4*		*14.30 ± 8.2*		*8.90 ± 7.9*		*7.10 ± 5.6*	

Sélectivité sole

Madsen *et al.* (1999) ont étudié la sélectivité des filets à sole danois déployés en mer du Nord pour la sole, la plie et la morue pour 6 tailles de mailles différentes. Les caractéristiques techniques des filets étudiés sont rapportées dans le Tableau III.3.11. Une filière est ensuite constituée en assemblant 7 nappes de filet, chacune d'une taille de maille différente.

Tableau III.3.11. Caractéristiques techniques des filets à sole danois testés pour la sélectivité de la sole, de la plie et de la morue par Madsen et al. (1999).

Taille de maille (mm)	83	90	95	100	108	115	120
Matériau	multifilament, gris argenté						
Epaisseur du fil (mm)	Ø1.5 x 3						Ø 1.5 x 4
ralingue flottante	10 mm PP						
Rapport d'armement (ralingue flottante/ralingue de fond)	0.27/0.33						
Taille de maille mesurée (mm) (±SD)	81.2 ±0.5	86.2 ±0.6	92.3 ±0.6	98.6 ±0.4	104.8 ±0.4	112.8 ±0.5	117.9 ±0.7
Hauteur des filets (m) (nombre de mailles)	1.20 (15.5)	1.25 (14.5)	1.20 (13.5)	1.25 (13.0)	1.23 (12.0)	1.25 (11.5)	1.20 (10.5)
Longueur de filet (nombre de mailles)	2200	2000	1800	1800	1 700	1 600	1500
Longueur de ralingue flottante (m) (±SD)	53.7 ±0.5	51.2 ±0.2	50.0 ±0.1	51.3 ±0.2	52.2 ±0.2	53.3 ±0.1	52.1 ±0.1
Longueur de ralingue de fond (m)	62.4	59.9	57.5	61.4	61.1	62.8	60.7

La sélectivité de la filière a été étudiée en intégrant la variabilité inter-opérations de pêche (Fryer, 1991). Pour homogénéiser les résultats entre les différents filets constitutifs d'une filière, l'index de taille utilisé correspond au rapport de la taille de l'individu capturé sur la taille de maille. Les résultats présentés sous forme de courbes de sélectivité (Figure III.3.6) font apparaitre une sélectivité bi-modale pour les poissons plats (plie et sole), le deuxième mode est plus difficilement identifiable pour la morue.

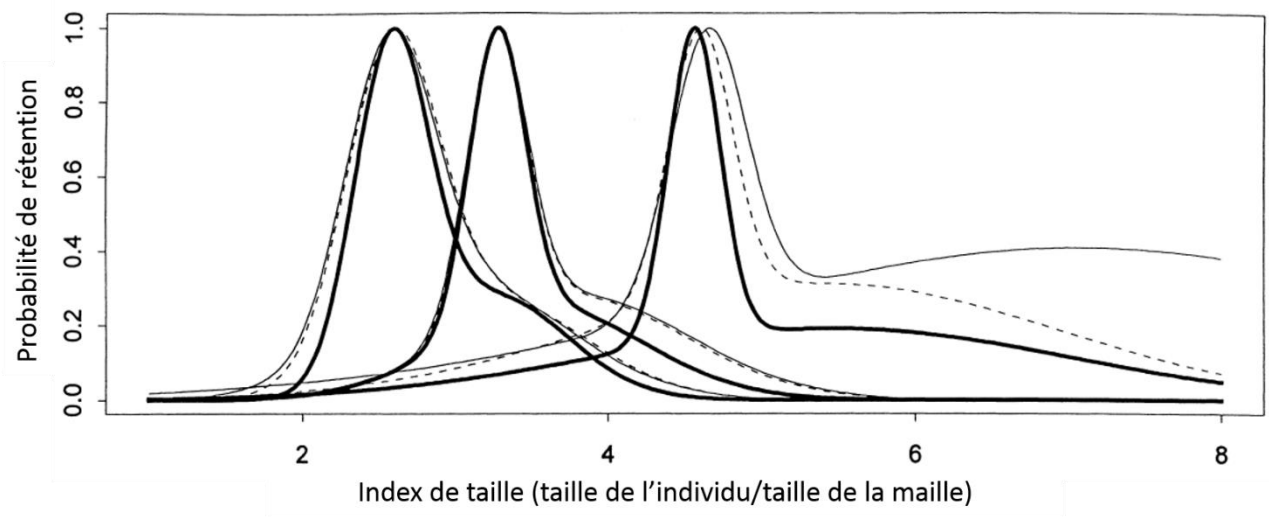


Figure III.3.6. Courbes de sélectivité des filières à sole danoises pour la plie (mode de gauche), la sole (mode central) et la morue (mode de droite). Trois méthode d'estimation de la probabilité de rétention sont proposées : par la méthode du maximum de vraisemblance restreinte (REML) en intégrant la variabilité inter-opérations de pêche (trait gras), par la méthode du maximum de vraisemblance restreinte (REML) pour l'ensemble des résultats sans prendre en compte la variabilité inter-opérations de pêche (trait en pointillé) et par la méthode du maximum de vraisemblance (trait fin). (reproduit de Madsen, Holst, et al.*, 1999)*

Lorsque l'index de taille montre un mode bien identifié, cela siginifie que la taille de capture augmente aec la taille de maille, le rapport entre les deux restant constant. Ainsi, la proportion d'individus HT dans les captures décroit à mesure que la taille de maille augmente ; les rendements en poids et en nombre diminuent pour la sole et la morue mais augmentent pour la plie quand la taille de maille augmente (Tableau III.3.12). Enfin, les auteurs soulignent que, quelque soit la taille de maille considérée, la moitié des soles capturées étaient accrochées par la bouche, sans que cela affecte la taille moyenne des captures de l'espèce par rapport aux individus maillés.

Tableau III.3.12. Caractéristiques des captures de sole, de plie et de morue réalisées au moyen de filets à sole de différents maillages. Les proportions d'individus HT et TC, la taille moyenne et le rendement pour 50 m de filet sont précisés. (Modifié de Madsen, Holst, et al., 1999)

		Taille de maille (mm)						
Espèce		81	86	92	99	105	113	118
Sole	Proportion de HT	11%	8%	8%	9%	7%	8%	8%
	Proportion de TC	89%	92%	92%	91%	93%	93%	92%
	Taille moyenne (cm)	26.6	27.7	28.7	29.4	30.2	30.7	30.9
	Rendement (nb TC/filet)	17.7	12.4	8.2	6.1	4.0	2.8	1.6
	Rendement (kg TC/ filet)	3.2	2.6	2.0	1.6	1.2	0.87	0.53
Plie	Proportion de HT	79%	79%	69%	67%	48%	25%	23%
	Proportion de TC	21%	21%	31%	33%	52%	75%	77%
	Taille moyenne (cm)	24.0	24.2	25.6	26.0	27.6	28.9	39.7
	Rendement (nb TC/filet)	1.7	2.6	2.6	2.7	2.9	2.8	1.9
	Rendement (kg TC/ filet)	0.097	0.15	0.24	0.25	0.45	0.63	0.48
Morue	Proportion de HT	62%	47%	25%	31%	35%	42%	43%
	Proportion de TC	38%	53%	75%	69%	65%	58%	57%
	Taille moyenne (cm)	26.6	39.7	41.1	40.7	41.5	40.2	40.9
	Rendement (nb TC/filet)	0.74	0.87	0.74	0.59	0.41	0.38	0.24
	Rendement (kg TC/ filet)	0.25	0.38	0.48	0.39	0.29	0.24	0.15

Sélectivité hareng

Winters et Wheeler (1990) ont testé différentes tailles de mailles, de 50.8 mm à 76.2 mm étirée, pour la capture du hareng au filet maillant en Atlantique Nord-Est. Leurs travaux montrent que le mode de capture du poisson (maillage, boursage, emmêlement) évolue en fonction de la taille de maille et du rapport 'circonférence (du poisson) : périmètre (de la maille)' (Figure III.3.7, à gauche). Ce rapport est égal à 1 si la circonférence du poisson est égale celle de la maille et >1 pour les plus gros individus. Il est ensuite utilisé pour représenter la sélectivité normalisée des filets testés par rapport à la taille des individus (Figure III.3.7, à droite). Les résultats obtenus montrent que plus la taille de maille augmente plus le mode de capture est aléatoire, et que les modes de captures sont variables pour un même ratio circonférence/périmètre.

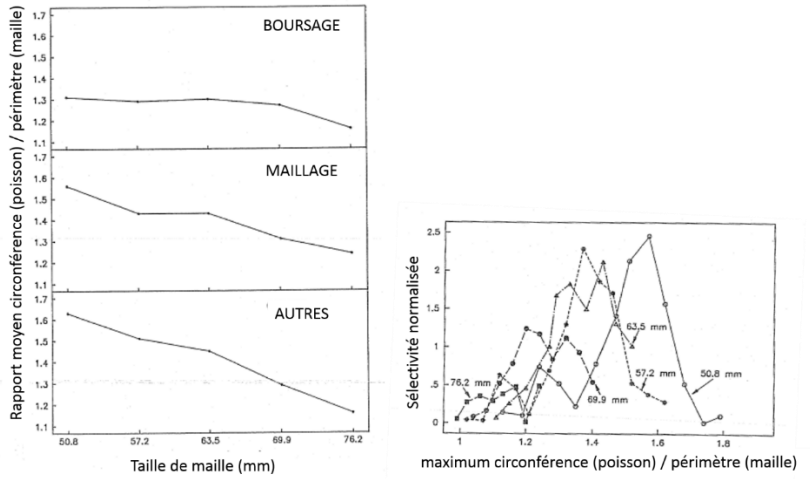


Figure III.3.7. Etude de sélectivité du hareng par les filets maillants pour différentes tailles de mailles. A gauche : évolution de la valeur du rapport circonférence/périmètre en fonction de la taille de maille ; A droite : sélectivité normalisée en fonction du maximum de la valeur du rapport circonférence/périmètre (*50.8 mm, 57.2 mm, 63.5 mm, 69.9 mm et 76.2 mm).*

3.3.2. MATERIAU

A partir des années 1970, les matériaux traditionnels des filets (chanvre, coton) ont été remplacés par le nylon et le polyamide, comme pour les chaluts. Ces nouveaux matériaux sont plus solides et demandent moins d'entretien que leurs prédécesseurs. En France, le diamètre du fil constitutif des filets maillants de fond est limité à 0.5 mm par le règlement (CE) 1967/2006 (CE, 2006) mais il n'existe pas d'étude de sélectivité propre à l'influence du matériau sur les captures. Les études présentées ici sont issues de travaux menés en mer Baltique pour la morue, et en Méditerranée dans des fonds peu profonds (< 20 m) pour la sole et le rouget barbet.

Sélectivité morue

Holst *et al.* (2002) ont étudiée l'influence de l'épaisseur du fil sur les captures de morue de mer Baltique au filet maillant dans un contexte de surexploitation de la ressource, entrainant une augmentation de la

proportion des prises par ce type d'engin (Kuikka *et al.*, 1999). Le détail des paramètres techniques testés est précisé dans le Tableau III.3.13. A l'issue des essais, les auteurs ont conclu que l'épaisseur du fil n'avait pas d'influence sur la sélectivité des engins mais affectait le rendement global, avec une probabilité de rétention moindre par les fils plus épais (Figure III.3.8).

Tableau III.3.13. Caractéristiques techniques des filets maillants testés pour la capture de morue en mer Baltique (Holst et al., 2002)

Tailles de maille (mm)	70, 79, 90, 101, 115 et 130
Diamètre du fil (constitution)	0.26±0.023 mm (4 fils) ; 0.36±0.015 mm (6 fils)
Couleur	Orange
Dimensions des filets (L x H)	130 m x 3.66 m
Longueur des ralingues (de flotteurs/de plomb)	65 m / 74.1 m
Rapport d'armement (ralingue de flotteurs/ralingue de plomb)	0.5 / 0.57
Flotteurs	24 gf/m

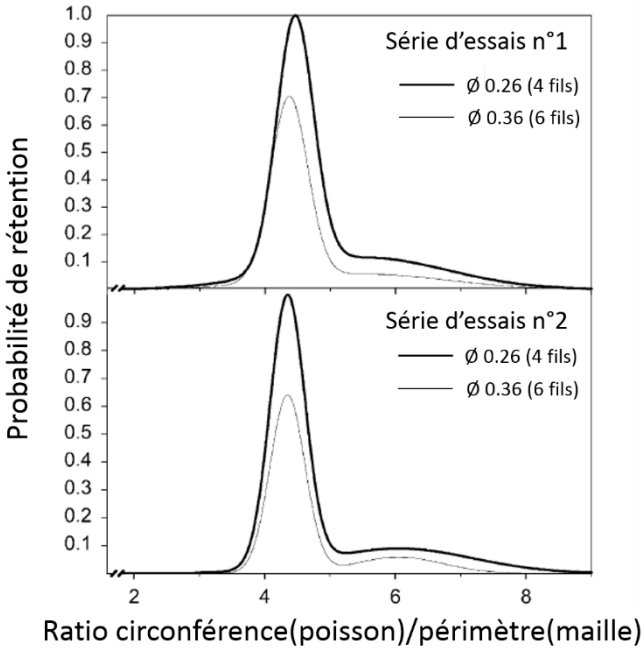


Figure III.3.8. Courbes de sélectivité obtenues pour la morue capturée au filet maillant en mer Baltique pour deux épaisseurs de fil (modifié de Holst et al.*, 2002)*

Sélectivité sole

En mer Adriatique, la sole est capturée par les flottilles italiennes dans le cadre d'une pêcherie artisanale multi-spécifique. L'influence de l'épaisseur du fil sur les captures a été étudiée pour un filet maillant de 72 mm de maille (Grati *et al.*, 2015). Cinq épaisseurs (diamètres) de fil ont été étudiées : 0.18 mm, 0.20 mm, 0.22 mm, 0.25 mm et 0.30 mm. Les caractéristiques techniques des filets sont données dans le Tableau III.3.14. La principale espèce accessoire de la pêcherie est le grondin perlon. Les résultats de l'étude montrent que la diversité des captures diminue à mesure que le diamètre du fil augmente du fait d'une moindre flexibilité, limitant la fraction rejetée des captures en particulier pour les espèces non exploitées. Les captures de grondin perlon ne sont pas affectées par l'épaisseur du fil. Enfin, si la structure en taille des captures de

sole n'est pas modifiée en fonction de l'épaisseur du fil, les résultats de l'étude suggèrent que le mode de capture est différent à mesure que celui-ci augmente, avec significativement plus de soles accrochées par les mâchoires et par les nageoires dans les filets de fil fin et plus de soles maillées dans les filets de fil épais (Grati *et al.*, 2015).

Tableau III.3.14. Caractéristiques techniques des filets maillants à sole testés en mer Adriatique (Grati et al., 2015)

Epaisseurs de fil testées (Ø) (mm)	0.18, 0.20, 0.22, 0.25 et 0.30
Matériau du fil	PA transparent vert, monofilament
Maillage (mm)	72
Dimensions du filet (nombre de mailles	2000 (L) x 28 (H)
Rapport d'armement (ralingue flottante/ralingue de fond)	0.39/0.40
Flotteurs	22 gf (type B4/40), disposé à 5 m d'intervalle
Ralingue flottante	PP Ø5 mm
Ralingue de fond	Cordage de 50 g/m

Sélectivité rouget barbet

Aydın *et al.* (2008) ont étudié l'influence de filets mono- et multi-filaments sur les niveaux de rejet associés à la capture du rouget barbet en Méditerranée orientale. La durée d'immersion des filets est limitée à 2h, ce qui correspond à l'usage professionnel. Les caractéristiques techniques des filets comparés sont données dans la Figure III.3.9. L'étude conclut que les filets multi-filaments produisent moins de rejets que les filets mono-filament, représentant respectivement 22.8% et 77.8% du total des captures en nombre.

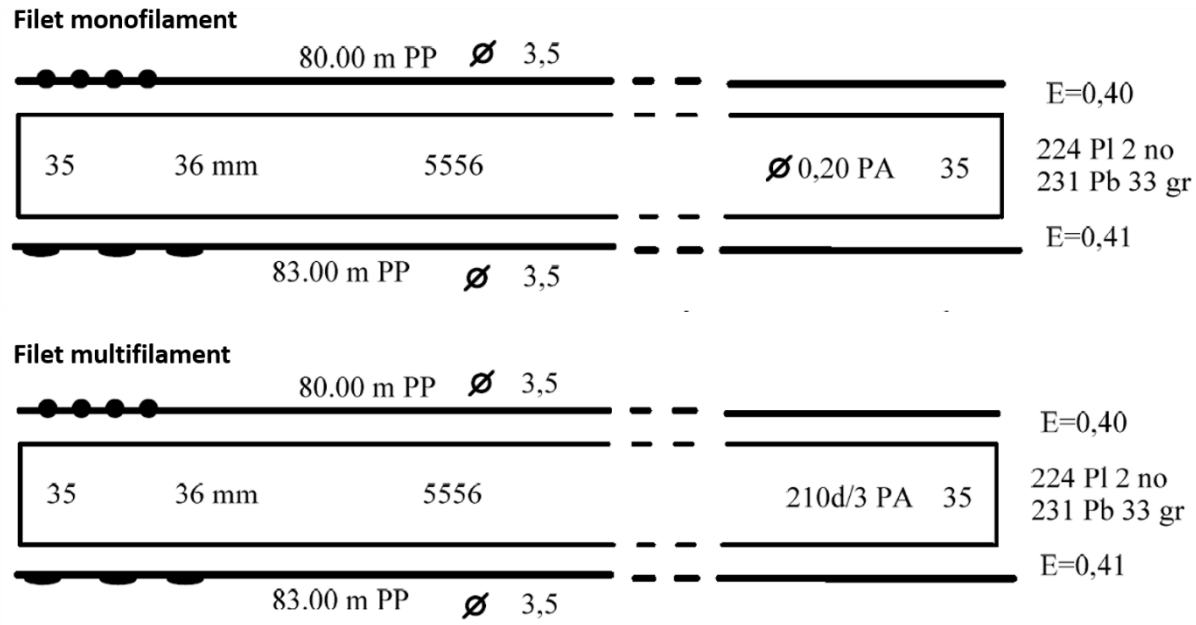


Figure III.3.9. Descriptif technique des deux filets comparés par Aydın et al. (*2008), l'un en PA monofilament et l'autre en PA multifilament* (*E : rapport d'armement, Pb : lest, Pl : flotteurs).*

3.4. ETUDES ETRANGERES : TREMAILS

3.4.1. TAILLE DE MAILLE

Les études portant sur la sélection liée à la taille de maille sont issues de travaux portugais portant sur la zone Sud Gascogne jusqu'à la Méditerranée, et danois dans le cadre d'une pêcherie de plie. Les tailles de mailles considérées varient de 90 mm à 150 mm.

Pour la pêcherie étudiée ciblant la plie au Danemark, les trémails utilisés sont constitués de nappes internes en maillages allant de 100 mm à 150 mm par pas de 10 mm, correspondant aux différentes tailles de maille commerciales possibles (Moth-Poulsen, 2003). Trois séries d'essais ont été menées, en été, à l'automne et au printemps. Les niveaux de rejets totaux observés sont respectivement de 89.2%, 47.1%, 17.3%, 10.4%, 7.4% et 3.6% pour des tailles de mailles croissantes (Tableau III.3.15). Pour les individus de plie HT spécifiquement, la fraction rejetée réduit à mesure que la taille de maille augmente, avec une forte distinction des mailles de 119 mm et plus (Tableau III.3.15). Selon ces résultats, le printemps est la période où les quantités de rejets sont les plus importantes, quelle que soit la taille de maille considérée (Moth-Poulsen, 2003). L'auteur signale d'ailleurs que les pêcheurs professionnels utilisent un maillage supérieur au maillage autorisé pour réduire le temps de démaillage des individus HT.

Tableau III.3.15. Niveaux de rejets de plie obtenus pour 6 tailles de mailles dans une pêcherie au trémail danoise, en nombre (Nb) et en poids (kg) pour trois saisons différentes (modifié de Moth-Poulsen, 2003).

	Taille de maille (mm)													
	98		*108*		*119*		*129*		*140*		*151*		MOYENNE	
Tt tailles	*Niveau de rejet (%)*													
	89.2		47.1		17.3		10.4		7.4		3.6			
Ind. HT	*Nb*	*kg*	*Nb*	*kg*	*Nb*	*kg*	*Nb*	*Kg*	*Nb*	*Kg*	*Nb*	*Kg*	*Nb*	*kg*
Eté	47%	35%	29%	22%	4%	3%	5%	3%	8%	4%	7%	3%	22%	14%
Automne	48%	35%	25%	19%	8%	5%	5%	3%	2%	1%	2%	1%	15%	9%
Printemps	66%	54%	51%	39%	29%	20%	20%	12%	16%	9%	9%	4%	33%	21%

Pour les pêcheries d'Europe du sud (Espagne et Portugal), Erzini *et al.* (2006) ont étudié l'influence de différentes tailles de mailles pour des pêcheries au trémail ciblant la sole dans le pays basque, la seiche en Algarve et dans le golfe de Cadix, et enfin, le rouget barbet et le pageot en Méditerranée. Les caractéristiques techniques des différents trémails conçus pour cette étude de sélectivité sont précisées dans le Tableau III.3.16, ainsi que les conditions expérimentales. A l'issue de ces travaux il a été conclu seul le maillage de la nappe de filet intérieure joue un rôle sur la sélectivité des trémails (Erzini *et al.*, 2006).

Tableau III.3.16. Caractéristiques techniques de différents trémails et plan d'expérience utilisés dans quatre zones d'essais de sélectivité menés par Erzini et al. (2006)

	Zone			
	Pays basque	Algarve	Cadix	Cyclades
Nappe interne				
Taille de maille (mm)	90, 100, 110	100, 120, 140	80, 90, 100	40, 48, 56
Nombre de maille	33-40	40-50	20-30	60
Rapport d'armement	0.39-0.45	0.48-0.49	0.38-0.56	0.44-0.50
Nappe externe				
Taille de maille	500, 600	600, 800	300, 400	220/240, 240/260, 280/300
Nombre de mailles	3.5-4.5	3.5-5.5	2.5-3.5	7.5-8.5
Rapport d'armement	0.50-0.52	0.38-0.56	0.50	0.50
Type de fil	Monofilament	Monofilament	Multifilament	Multifilament
Couleur du fil	Vert	Vert	Vert	Jaune
Longueur des filets (m)	6000	8900	6000	4500
Fréquence d'échantillonnage	Saisonnier	Saisonnier	Automne, printemps	Saisonnier
Nombre d'essais	48	40	60	41
Profondeur d'essai (m)	20-80	15-100	10-30	10-80

Les données ont été utilisées pour modéliser la sélectivité des trémails en fonction du maillage de la nappe interne selon la méthode SELECT (Millar, 1992) pour les principales espèces retrouvées dans les captures. Par zone d'essai, les espèces dont la sélectivité a été modélisée sont : (i) la sole, la grande vive (*Trachinus draco*), le grondin perlon et le tacaud au pays basque ; (ii) la seiche, le phycis de fond, la sole du Sénégal (*Solea senegalensis*) et le merlu en Algarve ; (iii) la seiche, la sole du Sénégal, la sole ruardon (S*ynaptura lusitanica*) et la raie torpille dans le golfe de Cadix ; et (iv) le rouget barbet, le pageot commun, le sparaillon (*Diplodus annularis*), la rascasse bleue (*Scorpanea porcus*), le picarel et le serran en Méditerranée. D'après les résultats de la modélisation, la taille moyenne des individus capturés augmente avec la taille de maille pour l'ensemble des espèces citées. En travaillant sur les mêmes métiers, Gonçalves *et al.* (2007) ont par la suite démontré que la réduction du temps d'immersion des trémails permettait de réduire les niveaux de rejets.

3.4.2. COMPARAISONS INTER-ENGINS

Au Portugal, des études complémentaires ont été menées pour comparer la sélectivité des différents engins par rapport à la sélectivité des trémails. Les niveaux de rejets des filets maillants ont été estimés comme plus faibles que ceux des trémails (Erzini *et al.*, 2003). Par contre, Coelho *et al.* (2005) ont établi que les trémails sont plus sélectifs que les palangres semi-pélagiques et qu'ils exploitent une gamme de taille plus haute et moins étalée pour une espèce particulière : la petite roussette.

3.5. CONCLUSIONS

La pêche au filet se caractérise par une forte diversité d'espèces capturées, avec des différences dans les gammes de tailles capturées par un même engin pour différentes espèces. Il est alors difficile d'établir des mesures de sélectivité efficaces.

Les études réalisées en France sont peu nombreuses et portent essentiellement sur la taille de maille. Elles ont néanmoins permis d'établir, pour les filets maillants et les trémails, une taille de maille minimum à mettre en œuvre pour 11 espèces commerciales bentho-démersales. Pour la sole spécifiquement, les études menées mettent en avant une augmentation de la taille moyenne des captures à mesure que la taille de maille augmente. Les niveaux de captures des espèces accessoires ne sont pas abordés.

Les travaux menés à l'étranger sont plus récents que les travaux français. Ils portent sur la taille de maille, mais s'intéressent également à l'influence des matériaux sur la sélectivité des filets maillants. La morue, le merlu et la sole sont les espèces les mieux représentées dans les études portant sur une seule espèce. Dans les zones de pêche situées au Portugal et en Méditerranée, les études portent généralement sur l'ensemble des espèces capturées. Ces différences sont partiellement dues aux caractéristiques des métiers, la pêche étant plus côtière et plus multi-spécifique dans ces zones.

Pour les gadidés comme pour les poissons plats, l'augmentation de la taille de maille des filets maillants permet bien d'augmenter la taille moyenne des individus capturés (Santos *et al.*, 2003; Huse *et al.*, 2000; Madsen, Holst, *et al.*, 1999). Cependant, la réduction du rendement des engins engendrée entraine une trop forte augmentation des pertes commerciales pour les pêcheurs (Santos *et al.*, 2003). Les résultats obtenus sur la sélectivité des trémails montrent que celle-ci est due au maillage de la nappe interne, sans influence des nappes externes sur la structure des captures (Erzini *et al.*, 2006). Ainsi, un trémail de maille de 45 mm est plus sélectif qu'un filet droit de 39 mm de maille pour les gadidés <19 cm. Cet effet s'atténue pour les poissons plus grands, capturés par emmêlement (Salvanes, 1991). Dans le cas d'une pêcherie de plie, l'augmentation de la maille permet également de réduire la proportion de rejets dans les captures (Moth-Poulsen, 2003). Enfin, les causes mécaniques des captures par emmêlement ne sont pas abordées dans l'étude de la sélectivité des filets malgré une influence marquée sur la capturabilité des grands individus (Hovgård *et al.*, 1999).

Les résultats obtenus relatifs à l'usage de fil en multi-filament sont contradictoires. Pour la morue, il n'y a pas d'effet sur la sélectivité mais le rendement de l'engin est réduit (Holst *et al.*, 2002). Un effet similaire est constaté pour la sole, dont les captures par accrochage augmentent sans influence sur la taille des captures (Grati *et al.*, 2015). Pour les pêcheries de sole et de rouget barbet, l'utilisation de multi-filament permet de réduire les rejets, en particulier ceux liés aux captures d'espèces non commerciales (Aydın *et al.*, 2008; Grati *et al.*, 2015) ; La diversité des captures s'en trouve réduite.

Enfin, d'après les comparaisons d'engins conduites, les filets maillants apparaissent plus sélectifs que les palangres et les chaluts pour la morue (Huse *et al.*, 2000).

4. NASSES ET CASIERS

4.1. PRESENTATION

Les nasses et casiers sont utilisés pour la capture des poissons démersaux et des crustacés. Les nasses sont spécifiques à la captures des poissons, tandis que les casiers sont propres à la captures de crustacés, de seiche et de bulot. En France, la pratique de la nasse à poisson reste encore peu répandue alors qu'elle se développe pour les gadidés parmi les flottilles norvégiennes et danoises.

Les flottilles

La pratique de la nasse à poissons est actuellement en expansion dans les flottilles des façades Manche et Atlantique. Cependant, cette pratique étant récente, il n'existe pas de statistiques officielles pour en quantifier l'importance. De même, il n'existe pas d'information sur les rejets associés à cette pratique de pêche.

La pratique du casier existe sur les trois façades maritimes françaises. En Manche-mer du Nord comme sur la façade Atlantique, les navires travaillant au casier sont essentiellement côtiers et d'une longueur <12 m (Leblond *et al.*, 2014). Les espèces capturées au casier et leur contribution à la production totale sont précisées pour les flottilles de caseyeurs exclusifs de Manche-mer du Nord et d'Atlantique pour l'année 2012 (Tableau III.4.1). Ces renseignements ne sont pas disponibles pour la façade méditerranéenne. Il faut préciser que le buccin, le bouquet et la seiche sont capturés avec des casiers spécifiques à l'espèce. Les rejets de ces pêcheries sont essentiellement constitués d'individus HT des espèces ciblées (Cornou *et al.*, 2015) et de congre (Morandeau, com. pers.).

Tableau III.4.1. Contribution relative des différentes espèces à la capture globale des caseyeurs exclusifs des façades Manche-mer du Nord et Atlantique pour l'année 2012 (Leblond et al., 2014)

	Buccin	Tourteau	Araignée	Crabe vert	Etrille	Bouquet	Anguille	Seiche	Homard
Manche-mer du Nord	64%	43%	2%	<1%	<1%			5%	1%
Atlantique		65%	6%	19%	<1%	2%	<1%	<1%	2%

Les programmes

Les travaux menés sur la sélectivité des nasses et des casiers sont récents. Ils correspondent à la volonté de développer de nouvelles pratiques de pêche, plus respectueuses de l'environnement et permettant de mieux valoriser les captures tout en limitant les captures accessoires. D'autre part, la diversification des techniques de pêche permet de réduire l'impact sur la profession des contraintes législatives, perçues comme étant toujours plus nombreuses.

Le programme ITIS (Instrumentation et Technologies Innovantes au service du développement durable du Secteur halieutique) (2007-2010) concrétise le début des essais de nasses en France. Les travaux sont concentrés sur l'influence de la forme des nasses et de la taille des mailles du matériau de recouvrement. Cinq prototypes de nasses ont été conçus pour la capture de poissons, ainsi que trois prototypes de casiers à crustacés (langoustine) qui furent testés dans un second volet. Les essais de nasses à poissons ont été menés en baie de Douarnenez en mai et juin 2009 ; les essais de casiers à langoustines ont été menés tout au long du littoral Atlantique au mois d'octobre 2009 (Méhault *et al.*, 2010).

Suite aux résultats obtenus au cours du programme ITIS, les essais sur les nasses à poissons se sont poursuivis dans le golfe de Gascogne, où 9 modèles de nasses ont été testés entre 2010 et 2011 par Ifremer. Les nasses étaient montées en filière ; les essais ont également porté sur l'influence de l'appât sur les captures observées (Méhault *et al.*, 2012).

Le programme Fish 2 EcoEnergy (Méhault et Morandeau, 2015) étend les essais de nasses à poissons à la façade Manche avec pour objectif la diversification d'un chalutier de fond au métier de la nasse à poisson en Manche Est. L'espèce ciblée est la morue. 12 configurations de nasses ont été testées au cours des essais menés de janvier à mai 2015. Différents types d'appâts ont également été considérés.

Enfin, dans le cadre de la convention Sélectivité des engins de pêche passée entre Ifremer et la DPMA, des nasses à poissons sont actuellement à l'essai sur les côtes bretonnes.

4.2. NASSES A POISSONS

Le développement des nasses à poissons s'appuie essentiellement sur les travaux norvégiens et suédois, où cette pratique de pêche est plus largement répandue. En France, les travaux portent sur l'usage de différents maillages, de différents matériaux et de différents appâts. Les résultats sont rapportés dans l'ordre chronologique.

4.2.1. FORME ET TAILLE DE MAILLE

Sélectivité tacaud et congre

Trois nasses à poissons rectangulaires (Figure III.4.1) et deux nasses cylindriques (Figure III.4.2) ont été développées, certaines étant munies d'un dispositif d'orientation de la nasse dans le courant et/ou d'une poche de récupération en petit maillage située dans le prolongement de la chambre supérieure et faisant office de DCP (Dispositif concentrateur de poisson) (Tableau III.4.2). L'ensemble des nasses testées sont pliables et composées de 2 chambres chacune équipée d'1 kg d'appât. L'appât utilisé est congelé, et composé de sardine et de maquereau en quantités équivalentes. Les entrées ou « goulottes », en forme d'entonnoir,

sont réalisées en monofilament blanc tressé en nappes de maille de 25 mm. Les nappes de recouvrement sont en mailles carrées, de trois tailles différentes (20 mm, 25 mm et 50 mm). A ces caractéristiques techniques s'ajoutent des paramètres de mise en œuvre, tel que la hauteur de la nasse dans la colonne d'eau qui est ajustée à l'aide de filins plombés surmontés de bouts flottants d'une longueur définie (Méhault *et al.*, 2010).

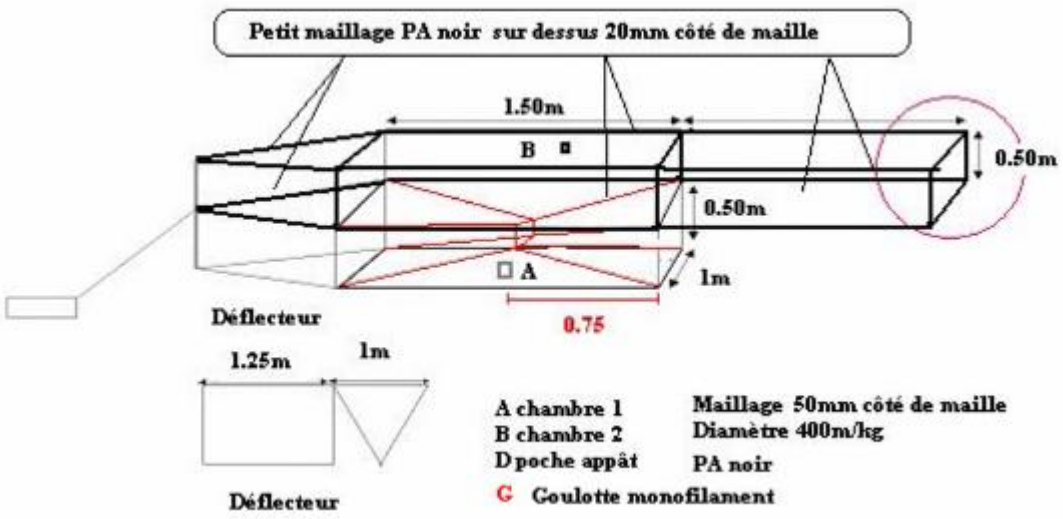


Figure III.4.1. Exemple de nasse rectangulaire développée dans le cadre du programme ITIS. Le modèle représenté, ITIS n°3, est muni d'un déflecteur (partie rectangulaire à gauche) et d'une poche de récupération à effet DCP (à droite). (*Reproduit de Méhault* et al.*, 2010)*

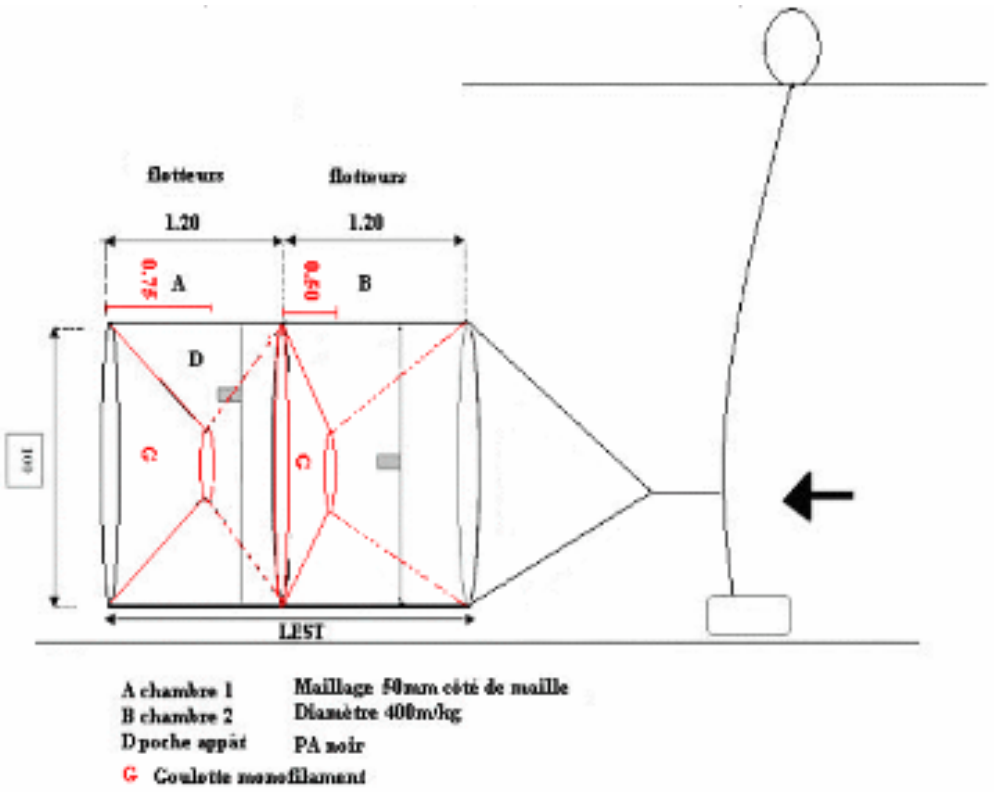


Figure III.4.2. Exemple de nasse cylindrique adaptée aux zones à fort courant et développée dans le cadre du programme ITIS. (*Reproduit de Méhault* et al.*, 2010)*

Tableau III.4.2. Caractéristiques techniques des nasses à poissons testées au cours du programme ITIS (Rect. : rectangulaire ; Cylin. : cylindrique ; DCP : dispositif concentrateur de poisson ; MC : maille carrée ; PA : polyamide ; H : horizontale ; V : verticale)

ITIS	*Forme*	*Maille et Matériau recouvrement*	*Déflecteur*	*Poche de récup./DCP*	*Nb Entrées*	*Nb poses/hauteur dans la colonne d'eau*			
						Fond	*1 m*	*2 m*	*5 m*
N°1	Rect.	MC 25 mm, PA noir	Non	Non	2	13	13	9	4
N°2	Rect.	MC 50 mm, PA noir	Oui	Oui	2	13	13	9	4
N°3	Rect.	MC 20 mm, PA noir	Oui	Oui	2	13	13	9	4
N°4	Cylin. H	MC 50 mm, PA noir	Oui	Non	1	9	9	9	0
N°5	Cylin. V	MC 50 mm, PA noir	Oui	Non	1	13	13	9	4

Au cours des essais, le temps d'immersion moyen d'une nasse était de 20h, les engins étant filés en début d'après-midi et relevés le lendemain matin. L'essentiel des captures était composé de congre et de tacaud. La nasse ITIS n°4 a été abandonnée car elle ne fonctionne pas dans les zones de faible courant.

L'influence de la forme de la nasse sur son rendement n'a pas été exploitée. Néanmoins, pour un même maillage (50 mm), la nasse cylindrique (ITIS n°5) obtient le meilleur rendement en tacaud tandis que les captures de congre sont faibles. La poche de récupération ne semble pas avoir d'effet sur les niveaux de capture observés et est abandonnée.

Le maillage des nappes de recouvrement influence la structure en taille des captures : l'emploi d'une maille carrée de 50 mm de côté (nasse ITIS 5) laisse échapper presque tous les tacauds de taille <30 cm tandis qu'ils

sont retenus par les mailles de 25 mm de côté (nasse ITIS 1) (Figure III.4.3). Les captures diminuent lorsque la nasse est placée au-dessus du fond. D'importantes captures de dorade grise ont également été obtenues.

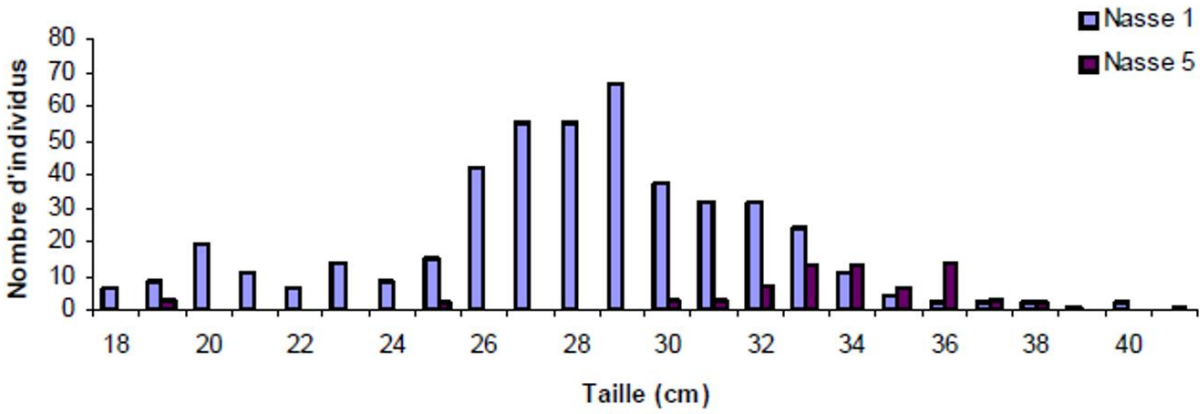


Figure III.4.3. Structure en taille des captures de tacaud obtenues avec les nasses ITIS 1 (en bleu) et ITIS 5 (en mauve). (Reproduit de Méhault et al*, 2010)*

Sélectivité toutes espèces démersales

Suite au programme ITIS, d'autres essais de nasses ont été lancés en 2010-2011 pour tester les possibilités de mise en filière. Ces nouveaux essais se sont déroulés dans le golfe de Gascogne. Sept types de nasses ont été comparés. Celles-ci diffèrent par leurs formes et le nombre de chambres, leur couleur, la position de la goulotte d'entrée et le maillage des nappes de filets (Tableau III.4.3 et Figure III.4.4). Au total, 19 espèces différentes ont été recensées dans les captures. Les principales sont le tacaud, le congre et le tourteau, les autres espèces n'étant pêchées qu'occasionnellement. Les meilleurs rendements sont obtenus avec la nasse rigide antillaise (modèle A), la nasse norvégienne (modèle G) et avec la nasse suédoise (modèle B) par ordre d'importance. La taille moyenne des tacauds capturés par ces trois engins était de 22 cm, 25 cm et 27 cm respectivement ; l'information n'est pas disponible pour les trois autres espèces citées (Méhault *et al.*, 2012). Les résultats obtenus ont été synthétisés par les auteurs de l'étude sous forme de tableau ; les aspects pris en compte sont la maniabilité des engins, leur encombrement, leur comportement face au courant et les rendements en captures (Tableau III.4.4).

Tableau III.4.3. Récapitulatif des nasses testées entre 2010 et 2011 au sein d'Ifremer (Méhault et al., 2012).

Nasse	*Type*	*Forme*	*Nb chambres*	*Position de la goulotte*	*Couleur des nappes*	*Type de maille (côté), matériau*
A	Rigide antillaise	Flèche	1	Côté	Noire	MC 28 mm, PA Ø2.5 mm
B	Suédoise	Cylindre	1	Côté	Verte	ML 40 mm, PE Ø1.5 mm
C	« à légine »	Conique tronquée	1	Côté	Verte	ML 55 mm, PE Ø4 mm
D	ITIS n°5	Cylindre	2	Dessous	Noire	MC 50 mm, PA Ø4 mm
E	ITIS n°5	Cylindre	2	Dessous	Verte	MC 50 mm, PE Ø4 mm
F	ITIS n°5	Cylindre	2	Coté, chambre supérieure	Verte	MC 50 mm, PE Ø4 mm
G	Norvégienne	Rectangulaire	2	Côté	Noire	MC 25 mm, PA Ø1 mm
H	ITIS n°2	Rectangulaire	2	Côté	Noire, déflecteur blanc	MC 25 mm, PA Ø1 mm
I	ITIS n°2	Rectangulaire	2	Côté	Noire, déflecteur noir	MC 25 mm, PA Ø1 mm

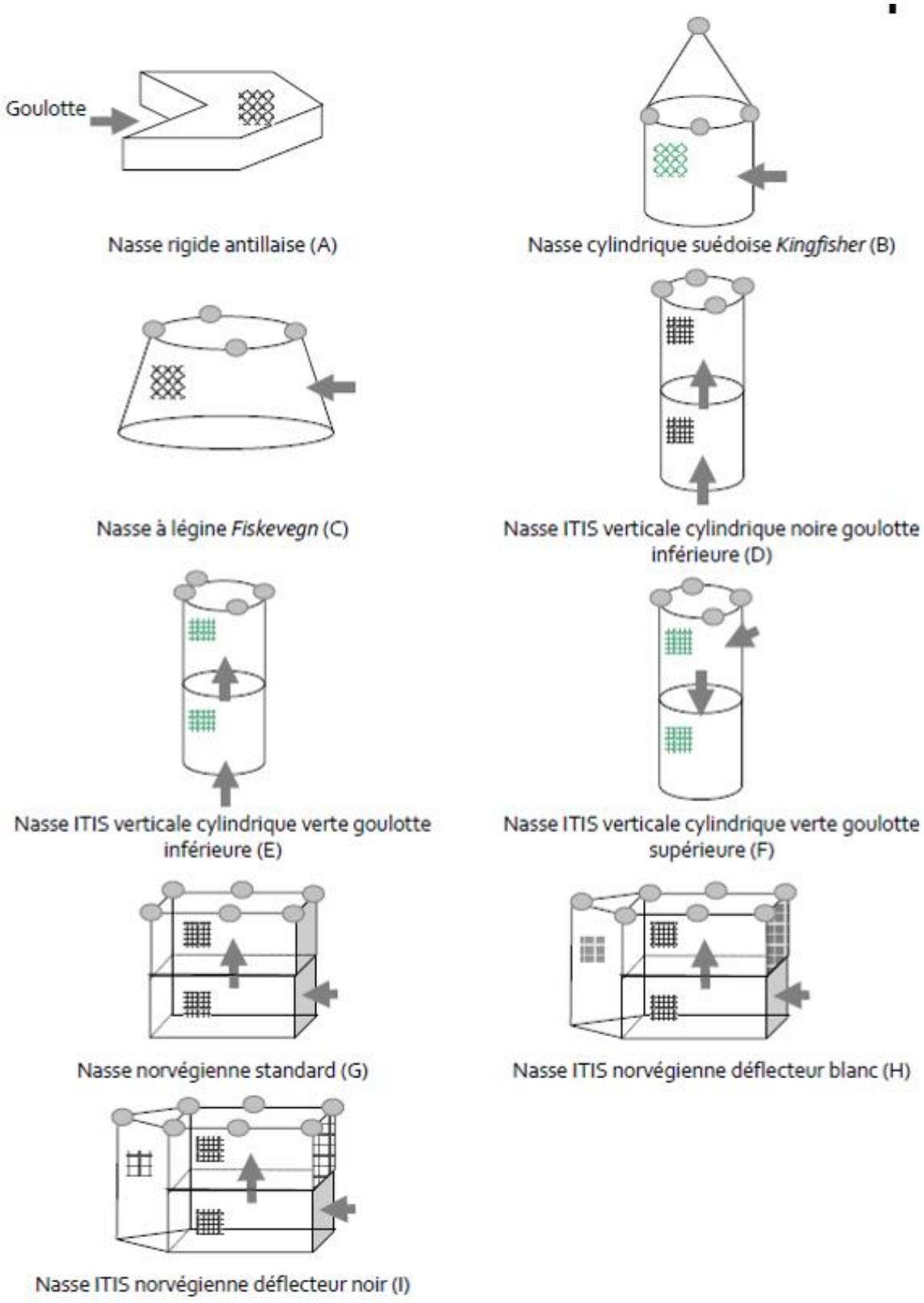


Figure III.4.4. Nasses testées entre 2010 et 2011 par l'Ifremer (reproduit de Méhault et al., 2012).

Tableau III.4.4. Bilan des points forts et des points faibles des diffféents modèles de nasses à poissons testées en 2010 et 2011 (reproduit de Méhault et al*, 2012)*

Modèle	**Nasse rigide antillaise (A)**	**Nasse cylindrique suédoise *Kingfisher* (B)**	**Nasse à légine *Fiskevegn* (C)**	**Nasse ITIS verticale cylindrique noire goulotte inférieure (D)**	**Nasse ITIS verticale cylindrique verte goulotte inférieure (E)**	**Nasse ITIS verticale cylindrique verte goulotte supérieure (F)**	**Nasse norvégienne standard (G)**	**Nasse ITIS norvégienne déflecteur blanc (H)**	**Nasse ITIS norvégienne déflecteur noir (I)**
Avantages	● bonne résistance	●légère ●faible encombrement	●faible encombrement	●faible encombrement	●faible encombrement	●faible encombrement	●faible encombrement	●faible encombrement	●faible encombrement
Inconvénients	●encombrement	●une seule chambre, échappement probable	●lourde à manipuler	●mauvaise tenue dans le courant ●manipulation délicate au virage	●mauvaise tenue dans le courant ●manipulation délicate au virage	●mauvaise tenue dans le courant ●manipulation délicate au virage	●conception actuelle fragile	●conception actuelle fragile	●conception actuelle fragile
Tenue dans le courant	-indéformable -non orienté dans le courant	●orientée dans le courant selon la position de la patte d'oie	●très lestée, non orientée dans le courant ●légèrement déformable	●adapté aux zones sans courant	●adapté aux zones sans courant	●adapté aux zones sans courant	●orientation dans le courant mais déformation possible	●orientation dans le courant mais déformation possible	●orientation dans le courant mais déformation possible
Rendements de captures	●crustacés : ++ ●poisson : ++ ●diversité : +	●crustacés : + ●poisson : ++ ●diversité : +	●crustacés : ++ ●poisson : + ●diversité : +	●crustacés : --- ●poisson : + ●diversité : -	●crustacés : --- ●poisson : + ●diversité : -	●crustacés : --- ●poisson : + ●diversité : -	●crustacés : ++ ●poisson : ++ ●diversité : ++	●crustacés : - ●poisson : ++ ●diversité : -	●crustacés : - ●poisson : + ●diversité : -
Remarques	RAS	Nécessité d'améliorer la goulotte	RAS	Pas d'effet significatif de la position de la goulotte ni de la couleur de l'alèse sur les captures			RAS	RAS	RAS

Sélectivité merlan et tacaud

Sur la base des essais menés dans le golfe de Gascogne, le programme Fish 2 EcoEnergy a relancé les essais de nasse à poissons pour la façade Manche pour cibler la morue. 7 modèles de nasses à poissons ont été testés au cours de ce programme : quatre variations de nasses norvégiennes, une nasse cylindrique telle que développée au cours du programme ITIS, une nasse à légine et une nasse plate (Tableau III.4.5 et Figure III.4.5). On citera également la nasse articulée qui, bien qu'envisagée au cours du même programme, a été abandonnée car peu maniable par les professionnels.

Tableau III.4.5. Caractéristiques techniques de 7 nasses à poissons testées au cours du programme Fish 2 EcoEnergy, en Manche (Méhault et Morandeau, 2015)

Nasse	Type	Forme	Nb chambres	Position de (s) la goulotte (s)	Couleur des nappes	Type de maille (côté), matériau
N1	Norvégienne	Rectangulaire	2	Côté, chambre basse	Noire	MC 25 mm, PA Ø1 mm
N2	Norvégienne	Rectangulaire	2	Côtés, chambre basse, symétriques	Noire	MC 25 mm, PA Ø1 mm
N3	Norvégienne	Rectangulaire	1	Côtés, asymétriques	Noire	MC 25 mm, PA Ø1 mm
N4	Norvégienne	Rectangulaire	2	Côtés, chambre basse, asymétriques	Noire	MC 25 mm, PA Ø1 mm
I	ITIS	Cylindrique	2	Côté, chambre opposée au sens du courant	Verte	MC 50 mm, PE Ø4 mm
V	« à légine »	Conique tronquée	1	Côté	Multicolore	ML 55 mm, PE Ø4 mm
P	plate	Rectangulaire	1	NR	NR	NR

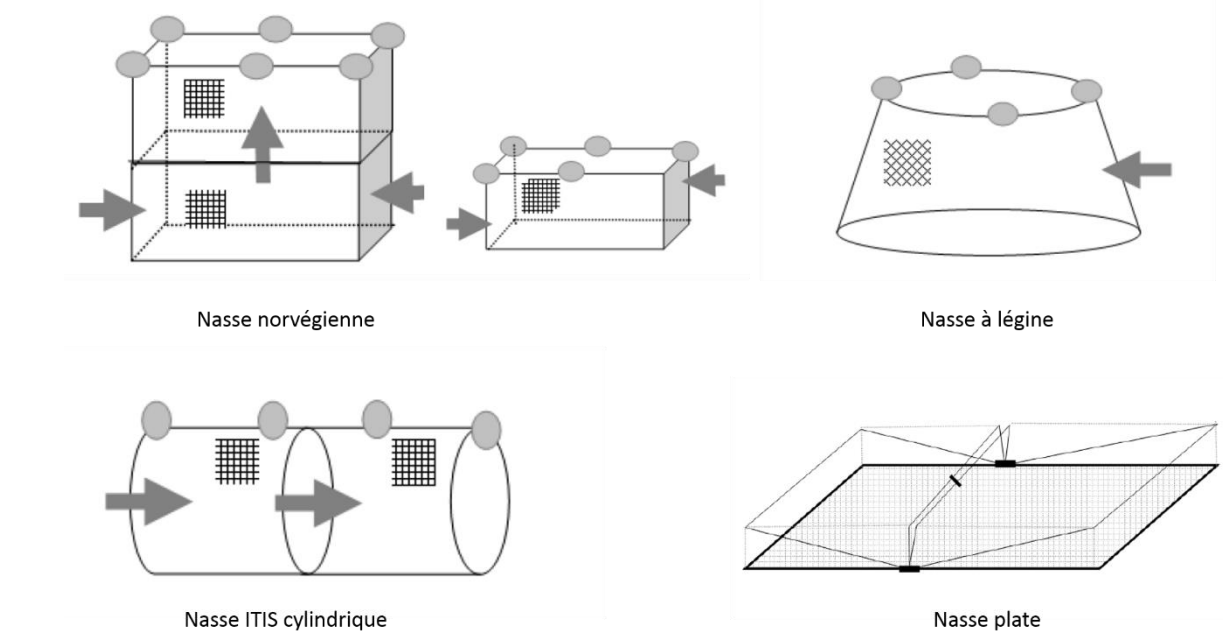


Figure III.4.5. Représentation des types de nasses à poissons testées au cours du programme Fish 2 EcoEnergy. Les flèches indiquent la position des goulottes d'entrée dans la nasse (modifié de Méhault et Morandeau, 2015).

Au total, 14 espèces ont été recensées dans les captures, la morue n'étant pas ou très peu représentée. Le merlan et le tacaud composent cependant l'essentiel des prises. L'analyse statistique n'a montré aucune différence entre les différents modèles de nasses en termes de niveau de captures. Cependant, la nasse plate, équipée de nappes de filet de maillage plus grand d'après les auteurs, capture des individus de merlan et de tacaud plus grands (≥ 20 cm) que les nasses norvégiennes (Méhault et Morandeau, 2015). Des développements supplémentaires sont nécessaires pour atteindre les objectifs initiaux du programme.

4.2.2. APPAT

Sélectivité toutes espèces démersales

Au cours des essais menés en 2010 et 2011, l'influence du type d'appât sur les captures a été étudiée en immergeant des filières constituées uniquement de nasses norvégiennes (modèle G, Figure III.4.4). Les appâts testés sont au nombre de 9, les rendements (nombre d'individus moyen par engin) ont été estimés pour les trois espèces les plus capturées : le congre, le tacaud et le tourteau (Tableau III.4.6). Les rendements obtenus avec l'appât artificiel de type « saucisse » sont significativement plus faibles qu'avec l'ensemble des autres appâts pour les trois espèces considérées. Le tacaud a aussi été utilisé comme appât, mais le nombre d'essais conduits avec cet appât est insuffisant pour conclure. Pour les captures de tacaud, les rendements les plus forts sont obtenus avec de la sardine, associée à un bâton lumineux ou à de la vieille. Pour le congre, la sardine fraîche ou congelée fraîche est l'appât présentant les meilleurs rendements. Enfin, pour le tourteau, le chinchard frais, congelé ou salé est l'appât au meilleur rendement. (Tableau III.4.6)

Tableau III.4.6. Rendements obtenus pour le congre, le tacaud et le tourteau avec neuf types d'appât différents utilisés dans des nasses norvégiennes (modifié de Méhault et al., 2012)

Appât	*Nb poses*	*RTacaud*	*RCongre*	*RTourteau*
Chinchard frais congelé	10	2,40	1,20	**2,30**
Chinchard salé	10	3,60	0,50	**2,40**
Calmar	32	3,60	0,34	0,16
Sardine fraîche + attractant lumineux	15	**5,90**	1,20	0,80
Sardine fraîche	26	3,80	**2,42**	1,03
Sardine salée	10	2,90	1,10	1,90
Saucisse (appât artificiel)	25	0,56	0,04	0,03
Tacaud frais	3	0,00	0,00	0,00
Vieille + sardine	32	**5,13**	0,62	0,25

Sélectivité merlan et tacaud

Le programme Fish 2 EcoEnergy a permis de tester de nouveaux appâts pour les nasses à poissons en Manche. L'efficacité des appâts exprimée en CPUE (Capture par unité d'effort), soit en nombre d'individus capturés par engin, est rapportée dans le Tableau III.4.7 pour les trois espèces prépondérantes dans les captures : le merlan, le tacaud et le tourteau. Les meilleurs résultats ont été obtenus avec des appâts de hareng associé à un attractant lumineux, et de hareng seul pour le merlan et le tacaud respectivement. Pour le tourteau, les meilleures captures ont été réalisées avec un appât de tacaud . Les auteurs précisent

cependant que le nombre d'essais réalisés avec les appâts autre que le hareng sont insuffisants pour statuer sur leur influence (Méhault et Morandeau, 2015).

Tableau III.4.7. CPUE obtenues pour les trois principales espèces retrouvées dans les captures réalisées à la nasse à poissons en Manche au cours du programme Fish 2 EcoEnergy (modifié de Méhault et Morandeau, 2015).

Appât	*CPUE Merlan*	*CPUE Tacaud*	*CPUE Tourteau*
Bivalves	0	4	0
Chinchard	0	3	2
Chinchard + attractant lumineux	1	**4.83**	0
Crabe vert	0.01	1.21	0.04
Crabe vert + attractant lumineux	0	0	0
Hareng	**2.37**	**5.04**	1.11
Hareng + attractant lumineux	**3.38**	0	0.25
Tacaud	0	0.25	**1.25**

4.2.3. TRANSFERT D'ACTIVITE

Sélectivité légine australe

En 2010-2011, une étude de nasses à poissons a été menée dans les terres australes françaises, visant au développement de la technique des nasses pour la capture de la légine australe (programme ORCASAV) . L'objectif était d'étudier la faisabilité d'un transfert de l'activité de la palangre démersale vers les nasses pour préserver les captures de la déprédation par les orques. Au total, 10 modèles de nasses ont été testées dont les caractéristiques techniques sont détaillées dans le Tableau III.4.8 ; la Figure III.4.6 fournit une représentation schématique de chaque nasse. Les modèles 3B et 5B cités dans le Tableau III.4.8 sont identiques aux modèles 3 et 5 respectivement mais ne sont pas réhaussés par rapport au fond.

A l'issue des essais menés, les nasses n°2, 3B et 5B, toutes positionnées sur le fond ont obtenus les meilleurs résultats en termes de rendements. La structure en taille des captures indique que les nasses permettent de réduire les captures de légines australes de taille <85 cm (Figure III.4.7) et d'augmenter les captures des individus de taille ≥85 cm. D'importantes captures accessoires de crustacés sont constatées tandis que les captures accessoires de poissons sont négligeables (Bavouzet *et al*, 2011).

Tableau III.4.8. Caractéristiques techniques des nasses développées et testées au cours du programme ORCASAV pour la capture de légine australe (Bavouzet et al*, 2011).*

Nasse n°	Forme et dimensions	Armature	Nb de chambres	Matériau de recouvrement	Nb de goulottes (matériau)	Flottabilité
1	Cône tronqué (Ø sup : 1 m ; Ø inf : 1.45 m ; H : 0.7 m)	Rigide, à armature en acier	1	PE vert Ø 3 mm, maille losange de 50 mm de côté	1 (PA vert Ø 1 mm, maille losange de 12.5 mm de côté)	0
2	Parallépipède (L : 1.5 m ; l : 1 m ; H : 1.2 m)	Pliable, à 3 cadres (2 alu, 1 acier)	2	PA noir Ø 1 mm, maille carrée de 28.5 mm de côté	2 (Monofilament Ø 1 mm, maille losange de 25 mm de côté)	2 x 2.9 kgf (Ø 200 mm)
3 et 3B	Parallépipède (L : 1.5 m ; l : 1 m ; H : 1.2 m + 0.6 m réhausse)	Pliable, à 4 cadres (3 alu, 1 acier)	2	PE vert Ø 4 mm, maille carrée de 50 mm de côté	2 (Monofilament Ø 1 mm, maille losange de 25 mm de côté)	6 x 2.9 kgf (Ø 200 mm)
4	Parallépipède (L : 1.5 m ; l : 1 m ; H : 1.2 m)	Pliable, à 2 cadres d'acier	2	PA noir Ø 3 mm, maille carrée de 50 mm de côté	1 (Monofilament Ø 1 mm, maille losange de 25 mm de côté)	6 x 2.9 kgf (Ø 200 mm)
5 et 5B	Parallépipède (L : 1.5 m ; l : 1 m ; H : 1.2 m + 0.6 m réhausse)	Pliable à 4 cadres (3 alu, 1 acier)	2	PE vert Ø 4 mm, maille carrée de 50 mm de côté	2 + dispositif anti-retour (Monofilament Ø 1 mm, maille losange de 25 mm de côté)	6 x 2.9 kgf (Ø 200 mm)
6	Parallépipède (L : 1.5 m ; l : 1.5 m ; H : 1.2 m)	Pliable, à 2 cadres (1 alu, 1 acier)	1	PE vert Ø 4 mm, maille carrée de 50 mm de côté	1 (Monofilament Ø 1 mm, maille losange de 25 mm de côté)	9 x 2.9 kgf (Ø 200 mm)
7	Cylindrique (L : 2.4 m ; Ø 1.2 m ; cône : 1 m ; réhausse : 0.6 m)	Pliable, à 3 arceaux en alu (inf. lesté en tresse plombée)		PE vert Ø 4 mm, maille carrée de 50 mm de côté	2 (Monofilament Ø 1 mm, maille losange de 25 mm de côté)	0
8	Cylindrique (L : 2.4 m ; Ø 1.2 m ; réhausse : 0.6 m)	Pliable, à 4 arceaux (3 alu, 1 acier)	2	PE vert Ø 4 mm, maille carrée de 50 mm de côté	2 + dispositif anti-retour (Monofilament Ø 1 mm, maille losange de 25 mm de côté)	6 x 2.9 kgf (Ø 200 mm)
9	Cône tronqué (Ø sup : 0.85 m ; Ø inf : 1.40 m ; H : 1.1 m)	Pliable; à 2 arceaux (1 alu, 1 acier)	1	PE multicolore Ø 4 mm, maille losange de 50 mm de côté	1 (PA noir, maille losange de 16 mm de côté)	6 x 2.9 kgf (Ø 200 mm)
10	Cône tronqué (Ø sup : 0.75 m ; Ø inf : 1.65 m ; H : 0.9 m)	Rigide, à armature en acier	1	PE vert Ø 3 mm, maille losange de 50 mm de côté	1 (PA vert Ø 1 mm, maille losange de 12.5 mm de côté	0

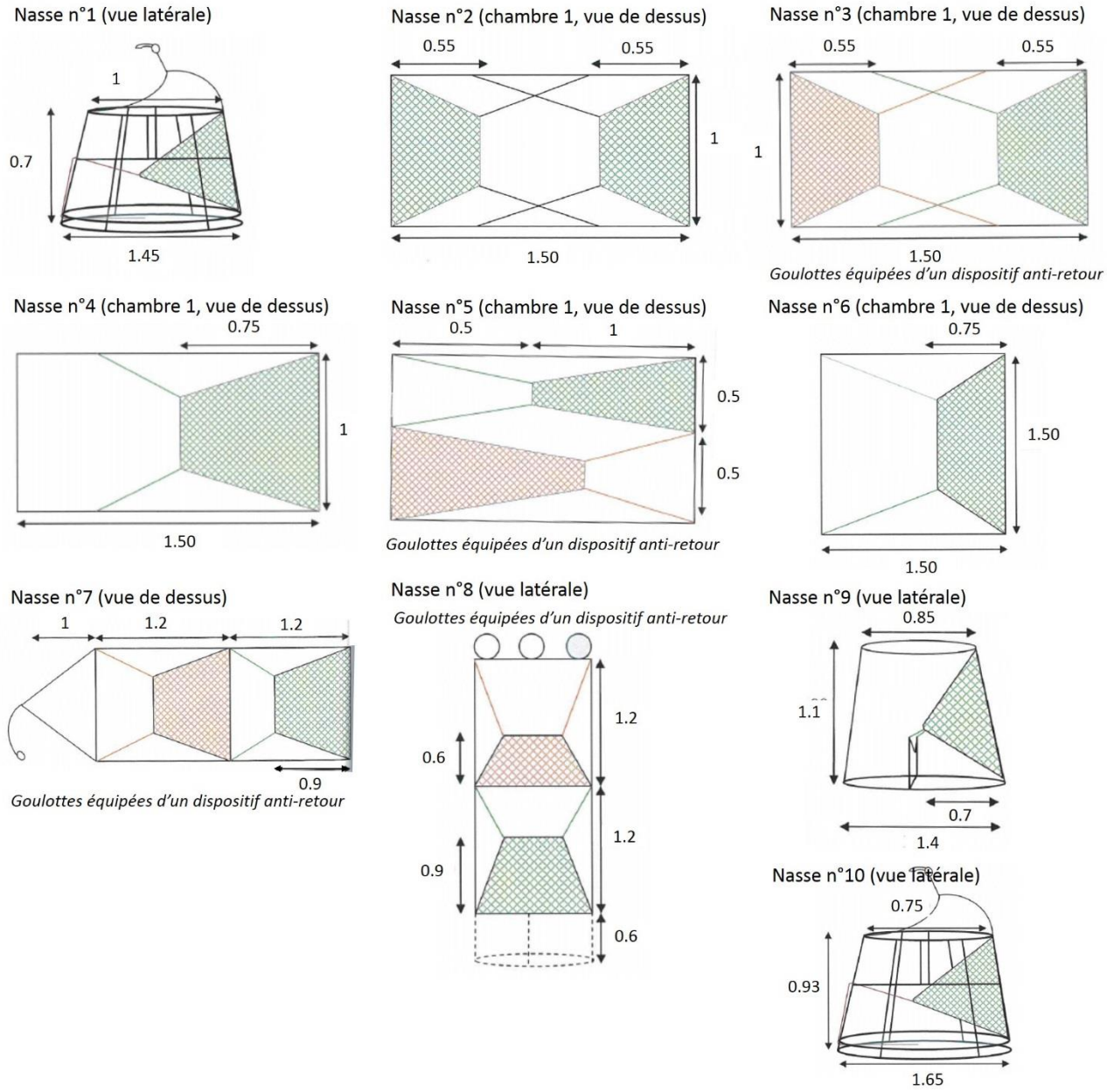


Figure III.4.6. Représentation schématique des différentes nasses testées pour la capture de la légine australe au cours du programme ORCASAV. Les mesures sont exprimées en mètre (Bavouzet et al*, 2011).*

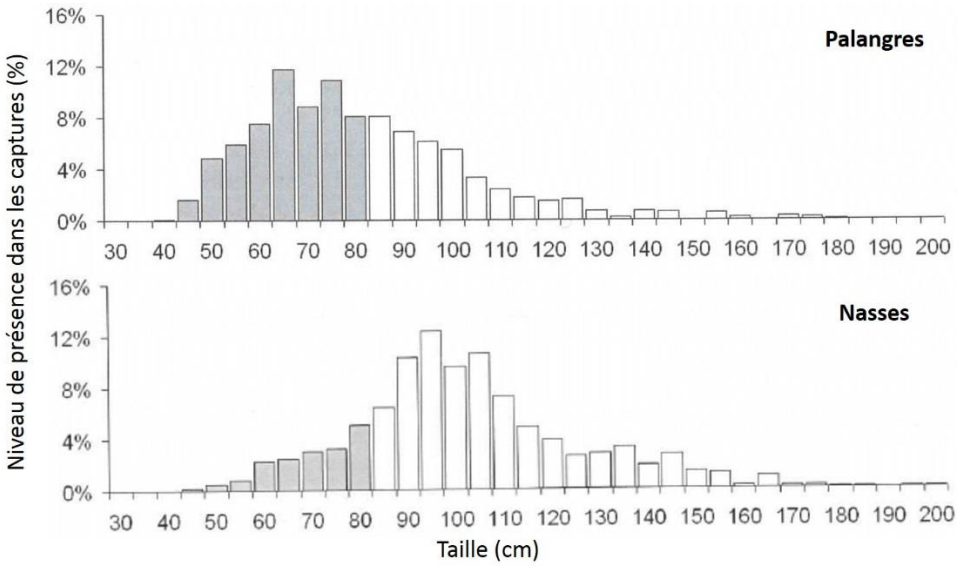


Figure III.4.7. Structure en taille des captures de légine australe réalisées à la palangre (en haut) et à la nasse (en bas) au cours du programme ORCASAV (modifié de Bavouzet et al*, 2011).*

4.3. CASIERS A LANGOUSTINES

Comme pour les nasses à poissons, des casiers à langoustines ont été étudiés pour la diversification des pratiques des caseyeurs ciblant les gros crustacés (homard, langouste). L'objectif de ces engins est d'améliorer la qualité du produit en assurant une meilleure vitalité des individus TC capturés, et l'absence de dommages physiques pour les individus HT qui sont alors rejetés vivants. La pratique du casier cherche également à réduire les captures d'individus HT. Quatre types de casiers ont été considérés : (1) Le casier à langoustines écossais est de forme semi-cylindrique, sa structure métallique est recouverte d'une alèse rigide en PA vert de 32 mm de maille. Les goulottes d'entrée sont en PA blanc, de même maille que le reste des alèses ; il y en a 2 par casier ; (2 et 3) Les 2 casiers développés dans le cadre du programme ITIS pour la capture des langoustines sont pliants, à 1 ou 2 chambres (Figure III.4.8) ; (4) Un dernier casier, de type danois et de forme rectangulaire, constitué d'une armature rigide recouverte de nappes de même maillage que les casiers pliants a été testé. Seuls les rendements ont été considérés pour les résultats de cette étude, sans notion de sélectivité (Tableau III.4.9). Les casiers pliants testés n'ont pas été adoptés par les professionnels car les tourteaux étaient trop difficiles à démailler au virage (Méhault *et al.*, 2010).

Figure III.4.8. Casiers à langoustines. De gauche à droite : casier écossais, casier pliant à deux chambres et casier pliant à 1 chambre. Les deux derniers modèles ont été conçus au cours du programme ITIS (*Reproduit de Méhault* et al.*, 2010).*

Tableau III.4.9. Paramètres d'expériementation et rendements obtenus pour trois séries d'essais menés dans le golfe de Gascogne sur les casiers à langoustine écossais (Méhault et al*, 2010)*

Zone	*Période des essais*	*Nombre de casiers posés*	*% de casiers pêchants (equivalent en nombre)*	*Rendement par casier pêchant (g/casier)*	*Rendement global par casier (g/casier)*
Pays Baque	Juin-Sept. 2007	965	24% (236)	209	64
Limite des zones VIIIa et VIIIb du CIEM	Août 2008	1055	NR	NR	30
Bretagne Sud	Oct-nov 2008/2009	419	36%	NR	86

4.4. ETUDES ETRANGERES : PERSPECTIVES

Les études étrangères portant sur la sélectivité des nasses et autres pièges à poissons/crustacés sont présentées en fonction de l'espèce ciblée. La morue est l'espèce la plus représentée dans la bibliographie étrangère exploitée, devant d'autres espèces également exploitées sur les façades maritimes françaises, telles que le brosme pour les nasses, la langoustine pour les casiers, et la civelle, le poulpe et le hareng pour les pièges.

4.4.1. NASSES A MORUE

Les nasses à poissons ont été largement étudiées en mer Baltique et en mer de Barents pour la capture des morues. Cette section se concentre sur les résultats obtenus entre 2008 et 2014.

Sélectivité inter-spécifique morue/crabe

En mer de Barents, la pratique traditionnelle du filet pour la pêche à la morue est mise en péril par l'augmentation de l'abondance d'une espèce invasive, le crabe royal du Kamtchatka (*Paralithodes camtschaticus*), qui endommage les filets et dont le démaillage représente une perte de temps importante pour les équipages. Les professionnels s'intéressent à l'usage de nasses afin de limiter les captures accessoires de crabes et faire perdurer l'activité de pêche à la morue. Les caractéristiques techniques des nasses développées sont précisées dans la Figure III.4.9. En surélevant de 70 cm par rapport au fond une nasse pliante à deux chambres, équipé d'une double entrée, Furevik *et al.* (2008) obtiennent une réduction de 99% des captures de crabes et une augmentation de 37.5% des captures de morue.

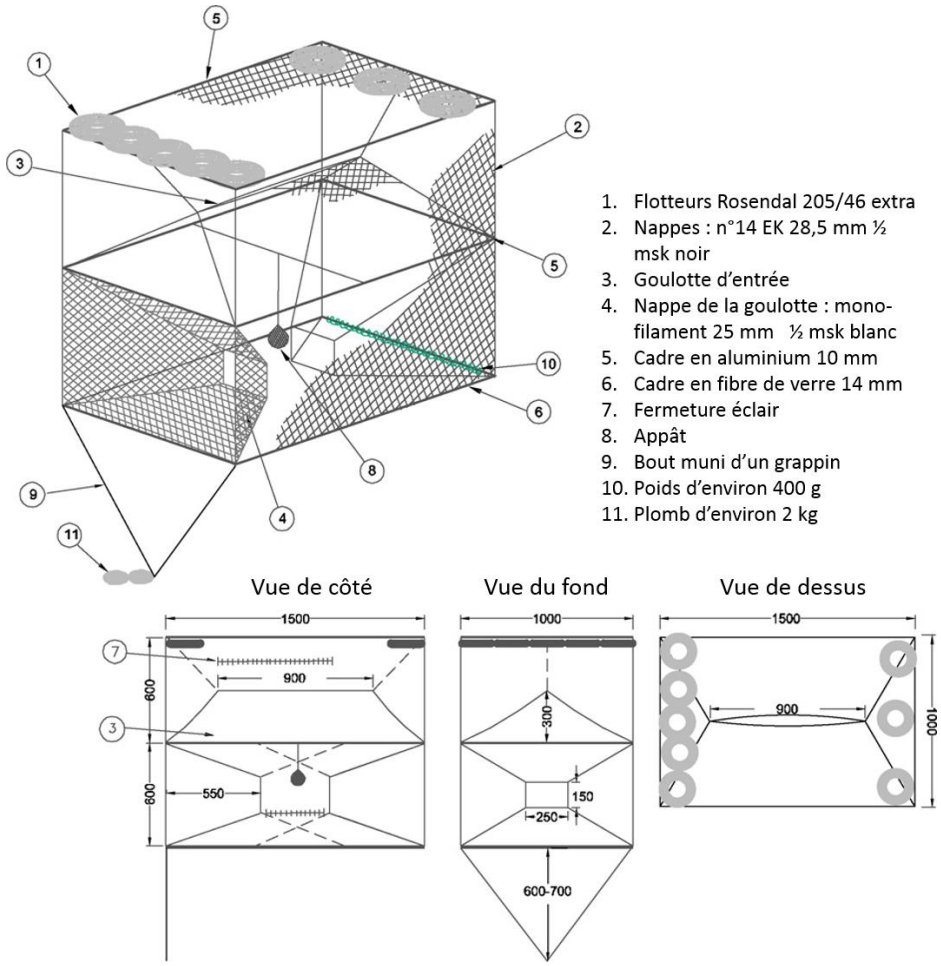


Figure III.4.9. La nasse à morue surélevée (*modifiée de Furevik* et al*., 2008)*

Par contre, cette augmentation des captures est essentiellement composée d'individus de taille ≤57 cm (Figure III.4.10). Les auteurs proposent de réduire la fraction d'individus HT en intégrant un panneau d'échappement ou en augmentant la taille de maille des nappes de couverture des nasses sur la base des bons résultats obtenus en Australie (voir Stewart et Ferrell, 2002; Stewart et Ferrell, 2003).

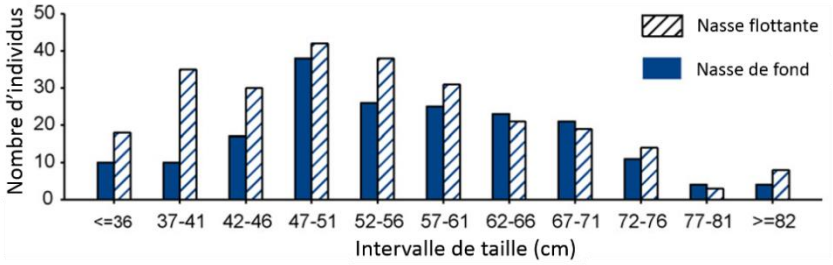


Figure III.4.10. Captures de morue obtenues à la nasse de fond et à la nasse flottante lors des essais de nasse flottante en mer de Barents (*Furevik* et al*., 2008).*

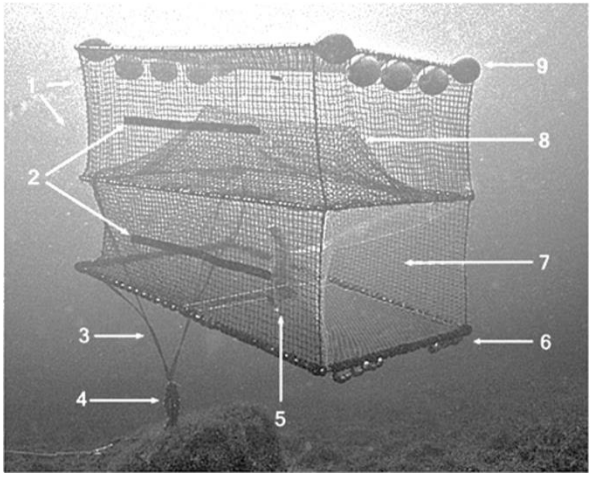
Panneaux à mailles carrées

Pour poursuivre sur les travaux de sélectivité intra-spécifique des nasses à morue et augmenter l'échappement des individus HT (<38 cm), Ovegård *et al.* (2011) ont implémenté des nasses de même

structure et dimensions que celles testées par Furevik *et al.* (2008), mais équipée d'une unique goulotte d'entrée et dont le panneau latéral opposé est remplacé par un PMC de même hauteur que la nasse (Tableau III.4.10 et Figure III.4.11). Trois tailles de mailles carrées ont été testées, en 40 mm, 45 mm et 50 mm, et comparées à une nasse « témoin » à une goulotte et sans PMC (Tableau III.4.10). A l'issue des expérimentations, les courbes de sélectivité associées à l'usage des différents maillages de PMC ont pu être calculées à l'aide la méthode SELECT (Millar, 1992).

Tableau III.4.10. Caractéristiques techniques des nasses témoin et tests mises en œuvre pour la capture de morue en mer de Barents et en mer Baltique (Ovegård et al., 2011; Furevik et al., 2008)

	Nasse originale (Furevik *et al.*, 2008)	Nasse témoin (Ovegård *et al.*, 2011)	Nasses test (Ovegård *et al.*, 2011)
Matériau et type de fil : *Nappes* *Goulotte* (*s*) *PMC*	NC Monofilament -	PE 1.5 mm NC -	PE 1.5 mm NC PE 3/4 380 deniers
Couleur du fil : *Nappes* *Goulotte* (*s*) *PMC*	Noire Blanche	Noire NC Noire	
Taille (s) de maille : *Nappes* *Goulotte* (*s*) *PMC*	28.5 mm 25 mm -	27 mm MC NC	27 mm MC NC 40 mm, 45 mm, 50 mm
Hauteur dans la colonne d'eau :	70 cm	40-60 cm	
Dimensions de la nasse :	L : 150 cm ; l : 100 cm ; H : 120 cm		
Nombre d'entrées :	2 (dans la chambre basse, montées en opposition)	1 (dans la chambre basse)	
Appât (poids, type, position) :	Calmar	300-350 g de hareng frais	



1. Côté vertical muni du PMC (test) ou du même maillage que le reste de la nasse (contrôle)
2. Fermetures éclaires d'accès aux chambres de la nasse
3. Bout d'amarrage
4. Lest
5. Sac d'appât
6. Lest d'équilibrage
7. Goulotte d'entrée
8. Fente d'entrée assurant le passage entre les 2 chambres
9. Flotteurs

Figure III.4.11. La nasse à morue flottante à 2 chambres, une entrée et équipée d'un PMC pour l'une de ses faces (*modifié de Ovegård* et al*., 2011)*

Les courbes de sélectivité pour chaque dispositif sont présentées dans la Figure III.4.12. La taille moyenne des individus capturés augmente avec la taille de maille tandis que la valeur de l'intervalle de sélection reste identique pour les trois tailles de maille. Les auteurs signalent que ce dernier est bien plus faible avec les nasses qu'avec d'autres engins pour la même espèce (chalut, filet), ce qui peut être le fait d'une meilleure ouverture de la maille. Les meilleurs résultats en termes de captures d'individus de TC sont obtenus avec le PMC de 45 mm, avec un L50 de 38 cm. Cette taille de maille permet également de réduire les rejets de morue

HT de 43.2%, qui passent de 48.8% du total des captures pour la nasse témoin à 5.6% pour la nasse test équipée du PMC (Ovegård *et al.*, 2011).

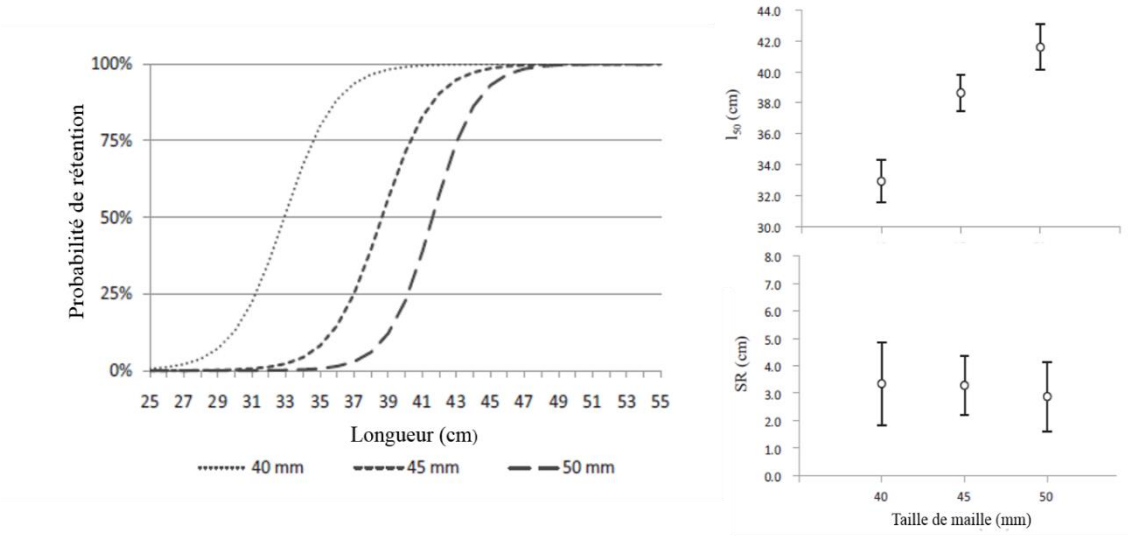


Figure III.4.12. Courbes (à gauche) et paramètres de sélectivité (à droite) associées à l'usage de nasses à morue équipées de PMC de trois tailles de maille différentes (40 mm, 45 mm et 50 mm). Les moustaches entourant les estimations de L50 et de SR pour chaque taille de maille correspondent aux intervalles de confiance à 95%. (Modifié d'Ovegård et al*., 2011)*

Leurres lumineux : rendements et rejets

Dans la continuité des essais menés sur les nasses flottantes et sur les PMC, Bryhn *et al.* (2014) ont travaillé sur l'usage de leurres lumineux de couleur verte pour augmenter l'attractivité des nasses. Les nasses utilisées correspondent au modèle utilisé par Ovegård *et al.* (2011), à une entrée (Figure III.4.11). Les leurres utilisés sont des lampes LED vertes de longueur d'onde modale de 523 nm, d'une intensité maximum mesurée de 124 µW, de 120 mm x 43 mm et alimentées par deux piles AA (3V LR06) ; elles sont utilisées par deux. Les nasses étaient munies de 250 g de hareng frais pour l'appât en plus des lampes. Les essais ont été menés en mer Baltique d'avril 2009 à juillet 2010. L'usage du PMC en 45 mm de maille tel que recommandé par Ovegård *et al.* (2011) a été implémenté en 2010. (Bryhn *et al.*, 2014)

Les résultats obtenus indiquent une augmentation des captures de morues TC (>38 cm) lors de l'usage des leurres lumineux : l'augmentation des PPUE (Poids Par Unité d'Effort) atteint 80% en moyenne, avec des valeurs comprises entre 1.4 kg/nasse et 4.8 kg/nasse selon les sites, pour des PPUE de 1.0 kg/nasse et 2.3 kg/nasse dans les engins témoins. Cet effet des leurres lumineux reste significatif quand l'immersion est réduite à une durée de 1 à 2 jours, au lieu d'une durée d'immersion comprise entre 1 et 14 jours. Il n'y a pas d'effet significatif de l'utilisation des leurres lumineux verts sur les captures de morue HT (<38 cm), ce qui correspond à une réduction relative de la fraction rejetée. (Bryhn *et al.*, 2014)

En conclusion, les auteurs suggèrent que les fortes différences de rendement observées entre les sites peuvent être dues à la turbidité de la zone d'immersion qui réduirait l'efficacité du leurre lumineux, ou à un

effet indirect des leurres qui attireraient les proies de l'espèce ciblées, les captures de morues étant alors assujetties à la présence de proies sur la zone d'essais (Bryhn *et al.*, 2014).

Attractivité des appâts

Le hareng a été évalué comme étant le meilleur appât pour la capture de morue à la nasse (Ovegård *et al.*, 2011). Cependant, l'attractivité des nasses perdurent au-delà de la période d'attraction olfactive de l'appât, qui a été estimée à 1-2 jours, avec un pic à six jours dont l'origine reste mal comprise (effet d'agrégation) (Bryhn *et al.*, 2014).

4.4.2. NASSES A CIVELLE

Cylindre à mailles carrées

En Espagne, sur le détroit de l'Elbe, la civelle (anguille de taille <10 cm) est capturée à la nasse avec des niveaux de captures accessoires, de rejets et de mortalité des rejets importants (Gisbert et López, 2008). Les principales espèces accessoires de la pêcherie sont le mulet doré (*Liza aurata*) et le mulet porc (*Liza ramada*) qui représentent 32.7% du total des captures, les syngnathes (*Syngnatus abaster*) (7.3% du total des captures), d'autres juvéniles de Mugilidae (6.8%), *l'Atherina boyeri* (6.1%), la dorade (*Sparus aurata*) (1.5%) et le gobie tacheté (*Pomatoschistus microps*) (1.3%). Les captures accessoires sont essentiellement composées d'individus juvéniles.

Pour réduire ces captures accessoires, Lopez et Gisbert (2009) ont développé une nasse munie d'un cylindre à mailles carrées (CMC) placé à l'extrémité interne de la goulotte d'entrée de la nasse (Figure III.4.13). Le CMC est constitué d'une armature rigide sur laquelle est positionnée une nappe de filet de 2.0-2.4 mm de côté de maille. L'extrémité du cylindre (à gauche sur la Figure III.4.13) est également recouverte de cette nappe de filet. Le dispositif employé permet de réduire les rejets de 68.9% en nombre sans que la capture de civelle soit affectée (même distribution des captures en taille et en poids). Le dispositif reste inefficace pour les plus petits individus, en particulier pour les larves de bar (*D. labrax*) et de dorade, et pour les syngnathes de 50 mm à 130 mm dont le comportement de nage permet le passage au travers du CMC (Lopez et Gisbert, 2009).

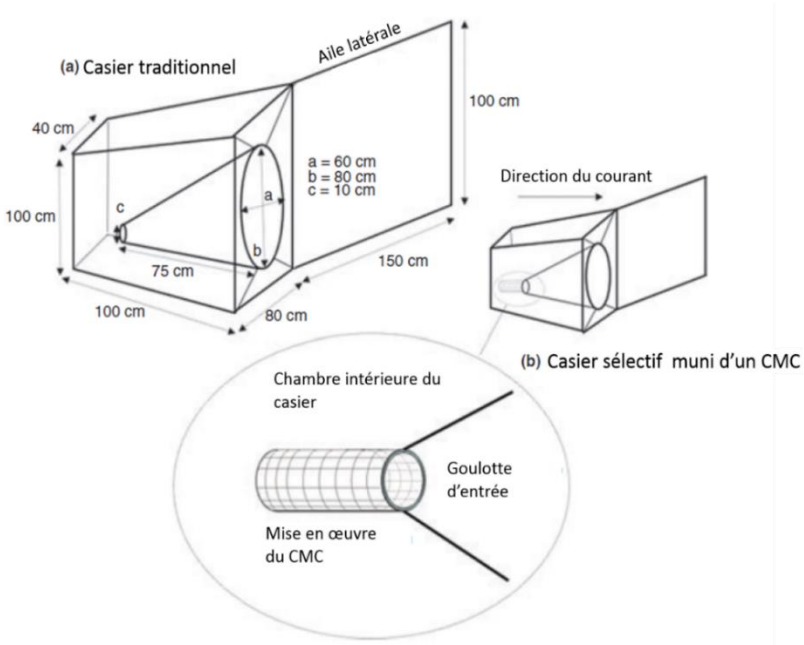


Figure III.4.13. Nasse à civelle (*a) traditionnel espagnol et* (*b) sélectif muni d'un cylindre à mailles carrées* (*CMC)* (*modifié de Lopez et Gisbert, 2009)*

4.4.3. POTS A POULPE

Dans le golfe de Cadix, le poulpe est capturé à l'aide de « pot à poulpe » montés en filière et déposés sur le fond. Sobrino *et al.* (2011) ont étudié la sélectivité de quatre types de pots utilisés fréquemment par les pêcheurs espagnols. Ces pots sont traditionnellement constitués d'argile, de forme (1) ovoïde (pot de fleur) ou (2) tubulaire, mais il en existe des versions modernes en plastique de forme (3) tubulaire, droit ou (2) incliné. Les dimensions de ces différents pots sont détaillées sur la Figure III 4.14.

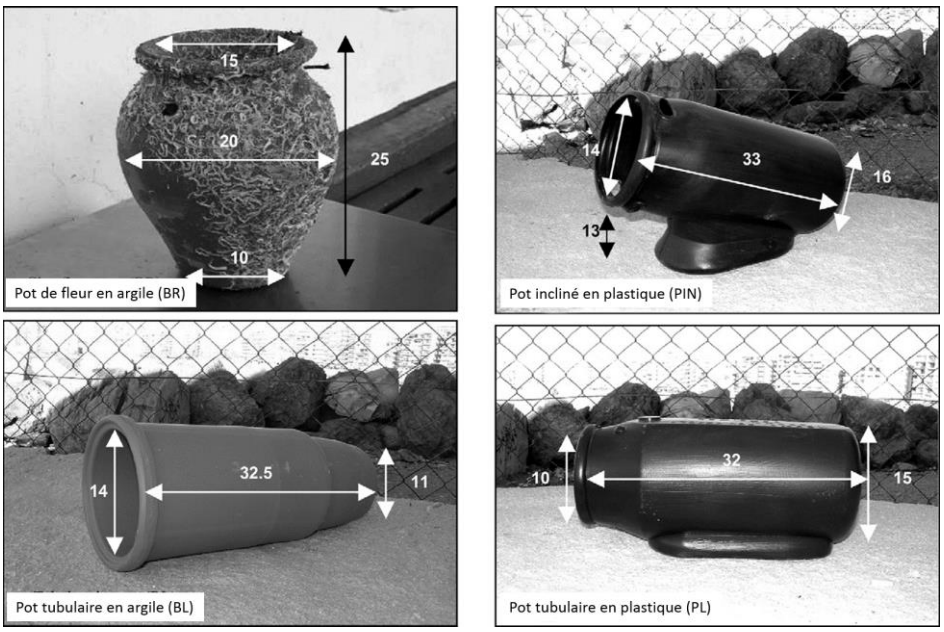


Figure III 4.14. Quatre types de pot à poulpe utilisés régulièrement par les pêcheurs espagnol du golfe de Cadix (*modifié de Sobrino et al., 2011).*

Les essais ont été menés sur plus de deux années consécutives complètes de janvier 2005 à Mars 2007. Des filières constituées chacune de 25 pots de chaque type (100 pots par filière), espacés de 5 à 6 m, ont été immergés entre 10 et 30 m de fond par périodes de 14 jours. La sélectivité des pots a ensuite été modélisée selon la méthode SELECT (Millar, 1995), en prenant en compte le poids de l'individu (au lieu de sa taille) et le volume du pot comme principales variables explicatives. (Sobrino *et al.*, 2011)

Les résultats obtenus en termes de composition des captures en tailles et de courbes de sélectivité font ressortir le rôle du volume du pot par rapport au poids des individus capturés. Ainsi, les pots tubulaires (BL et PL – voir Figure III.4.15) capturent sensiblement les mêmes individus (Figure III.4.15, à gauche). Cependant, la modélisation fait apparaitre une grande similarité de sélectivité entre les pots constitués du même matériau (Figure III.4.15, à droite). Enfin, les pots inclinés en plastique (PIN – voir Figure III.4.15) capturent les plus gros individus.

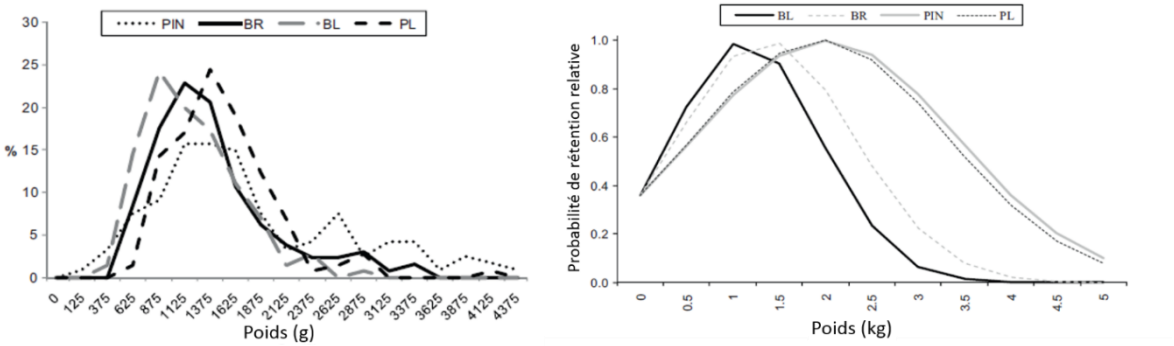


Figure III.4.15. Composition des captures en poids par type de pot (à gauche) et courbe de sélectivité relative correspondante (à droite) (BR : pot de fleur en argile ; BL : pot tubulaire en argile ; PIN : pot incliné en plastique ; PL : pot tubulaire en plastique) (modifié de Sobrino et al., 2011).

4.4.4. PIÈGES A HARENG : CHAMBRES À PONTON

En mer Baltique, les pêcheurs de hareng en zone côtière ont développé de nouveaux pièges destinés à protéger les captures de la prédation par les phoques. Ces pièges sont appelés « chambres à ponton » (Figure III.4.16). La sélectivité intra-spécifique de ces engins reste cependant faible.

Grilles

L'usage de grilles sélectives pour réduire les captures de hareng HT pour ces engins a été récemment étudié (Lundin, Ovegård, *et al.*, 2011; Lundin, Calamnius, *et al.*, 2011). Quatre types de grilles ont été considérés, les premières étant droites, l'une carrée et l'autre ronde, et les secondes cylindriques. Les caractéristiques techniques des grilles sont présentées dans le Tableau III.4.11 et la Figure III.4.16. Les grilles cylindriques étaient apposées par-dessus une nappe de filet en mailles carrées de 100 mm de côté, nécessaire pour conserver la structure globale de la nasse.

Tableau III.4.11. Caractéristiques techniques des grilles testées pour améliorer la sélectivité des chambres à ponton dans la pêcherie de hareng en zone côtière en mer Baltique. (Lundin, Ovegård, et al., 2011; Lundin, Calamnius, et al., 2011)

	Grilles droites		Grilles cylindriques
Espacements testés	16 mm	14 mm	14 mm, 15 mm
Dimensions	25 cm x 25 cm	Ø 53 cm	300 mm (l) x 7 m (L)
Matériau	NC	NC	Aluminium

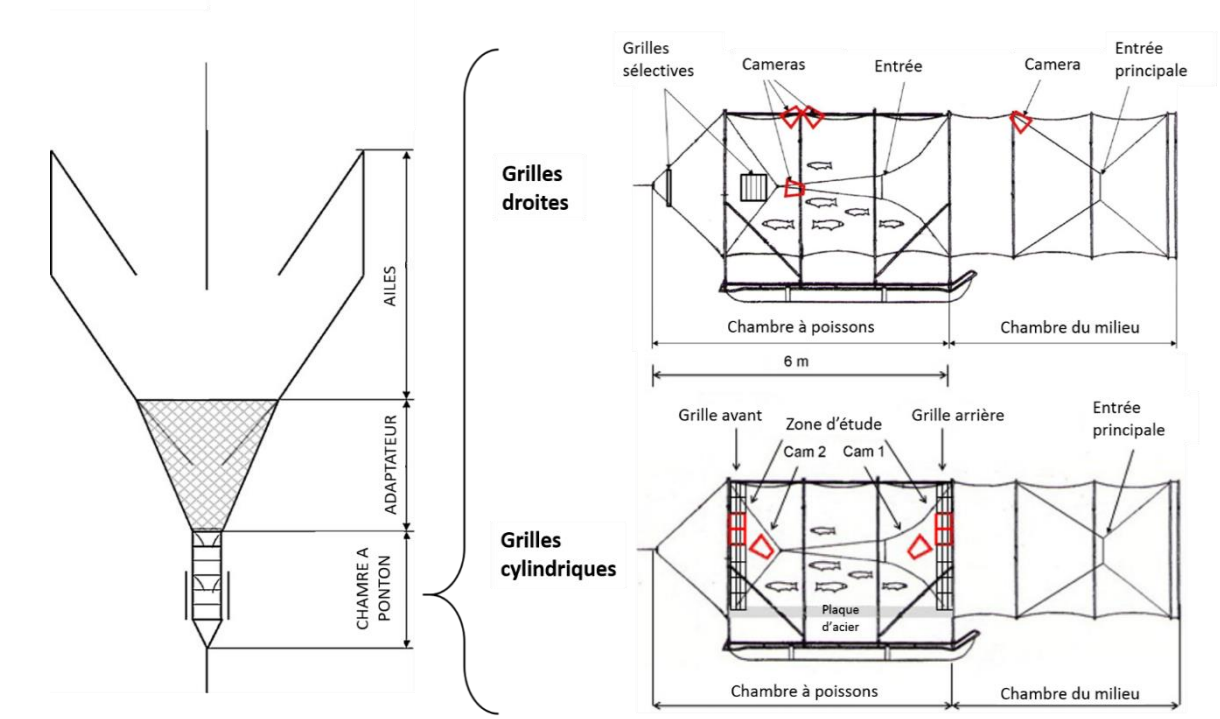


Figure III.4.16. Dispositifs de piège pour la capture du hareng en mer Baltique associant un piège constitué d'ailes maillées et d'un adaptateur, et une « nasse ou chambre à ponton » à 2 chambres pour concentrer les prises. Deux dispositifs sélectifs ont été testés pour améliorer la sélectivité de nasses : des grilles droites et des grilles circulaires. (*Lundin, Ovegård, et al., 2011; Lundin, Calamnius, et al., 2011)*

Les résultats des essais menés sur les grilles sélectives sont résumés dans le Tableau III.4.12. Les grilles cylindriques présentent les meilleurs taux d'échappement du hareng HT, quel que soit l'espacement de barreaux considéré (Lundin, Ovegård, *et al.*, 2011). La variabilité observée est due en majorité à la quantité de hareng dans la nasse, l'échappement étant plus important à mesure que la capture augmente. Les auteurs proposent d'augmenter d'avantage cet échappement en supprimant les nappes de filets sous-jacentes aux grilles cylindriques (Lundin, Ovegård, *et al.*, 2011).

Tableau III.4.12. Niveaux d'échappement de hareng HT observés pour les différents dispositifs sélectifs testés sur les chambres à ponton. La période d'estimation du taux d'échappement est précisée entre parenthèses (modifié de Lundin, 2014).

Dispositif sélectif	Echappement (période)
Grille carrée (14 mm)	de 14% (juin) à 27% (mai)
Grille circulaire (16 mm)	De 4% à 28% (juillet)
Grilles cylindriques (14 mm et 15 mm)	De 54% à 72% (juin)

4.5. CONCLUSIONS

Comme pour les filets, il existe une forte différence entre l'abondance de littérature internationale propre à la sélectivité des nasses, casiers et autres pièges, et l'importance des travaux menés en France sur cette problématique. Néanmoins, les travaux français sont inspirés des développements entrepris à l'étranger, en particulier dans les pays d'Europe du Nord (Norvège pour la nasse à poisson et Ecosse pour le casier à langoustines). Ainsi, les nasses à poissons développées pour les programmes ORCASAV et ITIS sont une adaptation locale des nasses à morue développées en mer de Barents et en mer Baltique.

Sur les façades Manche et Atlantique françaises, l'usage des nasses à poissons reste expérimental et les espèces capturées sont de seconde importance en termes économiques (merlan, tacaud, congre) par rapport à d'autres espèces telles que les baudroies, la sole ou le merlu. Les résultats obtenus se concentrent sur l'influence de la taille de maille pour la structure en taille des captures et sur celle de l'appât pour leur composition spécifique. Ainsi, l'augmentation de la taille de maille des nappes filets permet d'augmenter la taille moyenne des captures ; pour le tacaud, une MC de 50 mm élimine les captures d'individus de taille <30 cm. Les nasses de forme cylindrique et surélevées par rapport au fond réduisent les captures de congre. Ces nasses présentent également la plus forte valeur de L50 pour le tacaud (27 cm). En termes d'efficacité de l'appât, les meilleurs rendements en tacaud et en congre sont obtenus avec de la sardine, tandis que le merlan est plus attiré par le hareng ; on notera cependant que ces essais ont été menés dans des zones différentes, respectivement dans le golfe de Gascogne et en Manche, et qu'il serait nécessaire d'étendre l'expérimentation sur l'attractivité des différents appâts. De plus, l'emploi d'un leurre lumineux associé à l'appât préférentiel d'une espèce donnée en améliore les captures. Il n'y a pas de courbe de sélectivité associée aux différents engins testés car les études menées ne portaient pas directement sur la sélectivité. Les travaux menés sur un transfert d'activité de la palangre démersale vers des nasses à poissons pour la pêche à la légine australe indiquent également une augmentation de la taille moyenne des captures quand les nasses sont utilisées ; pour cette espèce, les meilleurs rendements sont obtenus avec des nasses positionnées à même le fond.

Les résultats obtenus à l'étranger sur les nasses à poissons sont en accord avec les conclusions des études françaises, avec une augmentation de la taille moyenne des individus capturés en fonction de la taille de maille des PMC montés sur les nasses du fait d'un échappement plus important des petits individus, et un effet positif des leurres lumineux sur les rendements en nombre de morues capturées par nasses.

Il n'y a pas d'études de sélectivité relatives aux espèces traditionnellement capturées par les caseyeurs (buccin, tourteau, araignée, crabe vert). Pour la langoustine, les casiers de type écossais à armature rigide semblent mieux adaptés que des casiers pliants. Ces engins alternatifs au chalut nécessitent de plus amples

travaux afin d'en améliorer la sélectivité. Aucune étude étrangère n'a pu être identifiée pour compléter l'information.

En Méditerranée française enfin, les métiers de la capéchade et du verveux sont traditionnels et largement répandus mais il n'existe pas d'étude de sélectivité propre à ces engins. Les études complémentaires intégrées à cette synthèse bibliographique, portant sur des pêcheries de civelle et de hareng, sont une base de réflexion pour la poursuite des travaux de sélectivité propres à ce type d'engin en France.

SYNTHESE ET PERSPECTIVES

1. RAPPEL DES OBJECTIFS

Ce document a pour but de fournir un bilan exhaustif des travaux propres à la sélectivité des engins de pêche qui ont pu être réalisés en France, afin de nourrir la réflexion sur la mise en œuvre de la nouvelle PCP et en particulier de l'obligation de débarquement (article 15, UE, 2013) ; la littérature étrangère a été consultée pour compléter l'information disponible. Les travaux recensés se concentrent sur les espèces retrouvées dans les captures des trois façades de la métropole : Manche-mer du Nord, Atlantique et Méditerranée. Les problématiques propres aux territoires d'outre-mer ne sont pas abordées. Ce rapport ne traite pas de la sélectivité relative aux captures accessoires d'espèces interdites et/ou protégées telles que les cétacés et les tortues de mer. Quelques espèces de sélaciens, tels que le requin hâ et le requin taupe apparaissent dans les résultats présentés, du fait d'une interdiction récente de la capture de ces deux espèces.

2. SYNTHESE DES DEVELOPPEMENTS NATIONAUX AUTOUR DE LA SELECTIVITE

Cette section fait un bilan concis des travaux réalisés en France à partir de l'ensemble de la bibliographie exploitée pour la rédaction de ce rapport. Ce bilan par flottille est présenté sous la forme de tableaux récapitulatifs spécifiques et accompagnés d'un récaptulatif des essais passés, en cours et/ou à venir. Ils donnent au lecteur une vue d'ensemble, mais nécessairement incomplète, des dispositifs sélectifs testés et des résultats obtenus. **L'information contenue dans ces bilans est uniquement qualitative, il est donc indispensable de se référer aux sections correspondantes du rapport, pour obtenir le détail des conditions expérimentales et des résultats obtenus.**

Dans ces tableaux, un bilan positif s'entend comme :

- un gain sur l'échappement des individus de taille inférieure à la taille commerciale – individus hors taille (HT) (chaluts et sennes), ou une augmentation du rendement de l'engin (filets, casiers, lignes et palangres), ou une augmentation de l'efficacité de l'engin (dragues), ou encore une réduction de la mortalité des rejets,

- associé à une absence ou un faible échappement des individus de taille commerciale (TC) des espèces ciblées.

Un bilan mitigé signifie :

- que les bénéfices en termes d'échappement des individus HT s'accompagnent d'un échappement non négligeable sur la fraction commerciale (chaluts et sennes),
- ou que les améliorations de rendement ou d'efficacité sont irrégulières au cours des essais menés (filets, casiers, lignes, palangres et dragues),
- ou que la réduction de la mortalité des rejets n'est pas significative (tous engins).

Un bilan négatif correspond :

- à un fort échappement sur l'ensemble de la gamme de taille, voire plus important sur la fraction commerciale (chaluts et sennes),
- ou à une réduction du rendement ou de l'efficacité de l'engin (filets, casiers, lignes, palangres et dragues),
- ou à une augmentation de la mortalité des rejets (tous engins).

Il est important de considérer les objectifs de la mise en œuvre du dispositif lors de l'interprétation des résultats, en particulier dans le cadre de pêcheries plurispécifiques. En effet, il peut être bénéfique globalement pour la pêcherie d'obtenir spécifiquement un échappement maximum sur certaines espèces accessoires (merlan bleu, chinchard…). **Dans ces tableaux, un même dispositif peut apparaitre à plusieurs endroits du fait d'une incidence contrastée sur différentes espèces cibles**.

2.1. CHALUTIERS LANGOUSTINIERS

Les chalutiers langoustiniers ont bénéficié d'un important effort de recherche sur la sélectivité des engins utilisés par la flottille. L'importance de celle-ci en termes économiques et le fort taux de rejet observé sur ces navires justifient les moyens mis en œuvre. Les cylindres à mailles carrées recensés dans le Tableau IV.2.1 mesurant tous 2 m de longueur, leur longueur n'est pas spécifiée. Dans le Tableau IV.2.1, le PMC merlu mesure 2 m par 1 m, il est placé dans le gorget et est constitué de maillage de 70 mm jauge, et le PMC langoustine (PMC lang.) mesure 3 m par 1 m, il est placé sur la partie ventrale de la rallonge et est constitué de maillage en 62 mm jauge. Les dispositifs à base de mailles carrées sont les plus largement testé du fait de leur simplicité – relative – de mise en œuvre.

D'autres dispositifs sélectifs pour les chalutiers langoustiniers sont actuellement à l'essai dans le golfe de Gascogne, dans le cadre du programme REDRESSE :

- Association d'un flotteur au PMC réglementaire à merlu dans le gorget et placé sous ce dernier : l'objectif est de favoriser l'échappement des poissons en perturbant leur comportement grégaire. 3 positions de la boule sous le PMC ont été testées ;
- T90 en 55mm dans le cul de chalut seul ;
- T90 en 55mm dans la rallonge seule ;
- Réduction du nombre de mailles au périmètre de la rallonge de 100 à 80 mailles ;
- Nappe séparatrice : le chalut est séparé en deux horizontalement. L'objectif est de séparer au mieux les poissons dans la partie haute et les langoustines dans la partie basse.

Les résultats de ces études seront disponibles dans le courant de l'année 2016.

Tableau IV.2.1. Bilan, par groupe d'espèces et par type de dispositif, des expérimentations menées sur l'usage de dispositifs sélectifs à bord des chalutiers langoustiniers en France. Lorsque plusieurs espèces sont visées, celles-ci sont précisées entre parenthèses.

DISPOSITIF	POSITIF : Echappement HT et échappement TC nul ou faible	MITIGE : Echappement HT + Echappement TC	NEGATIF : Fort échappement TC
*Sélectivité **langoustine***			
Grilles	Grilles à barreaux carrés ou ronds espacés de 13 mm Grilles à barreaux carrés ou ronds espacés de 15 mm		Grille à barreaux ronds espacés de 20 mm
PMC		PMC latéraux de 70 mm de maille PMC ventral de 60 mm de maille, position avant	
CMC		CMC de 70 mm de maille	CMC de 62 mm de maille
Ouverture de maille forcée		Cul de chalut à 8 ralingues courtes Cul de chalut à 2 ralingues courtes	Cul de chalut en T90
Associations de dispositifs	PMC merlu + Grille (13 mm) + PMC lang.	CMC (70 mm) + Grille (23 mm) + PMC lang.	RES
*Sélectivité **merlu***			
Grilles	Grilles aux barreaux carrés ou ronds espacés de 13 mm Grille aux barreaux ronds espacés de 20 mm		
PMC	PMC latéraux de 70 mm de maille PMC merlu		
CMC	CMC de 62 mm de maille	CMC de 70 mm de maille	
Ouverture de maille forcée		Cul de chalut à 2 ralingues courtes Cul de chalut à 8 ralingues courtes	Cul de chalut en T90
Associations de dispositifs	PMC merlu + Grille (13 mm) + PMC lang.		RES CMC (70 mm) + Grille (13 mm) + PMC lang.
Grandes mailles	Mailles de 110 mm ou 150 mm dans les parties antérieures		
*Sélectivité **espèces accessoires***			
PMC	PMC merlu(CHINCHARD)		PMC merlu (MERLAN BLEU) PMC latéraux de 70 mm de maille (ROUGET, MERLAN BLEU, CHINCHARD)
Grandes mailles			Mailles de 150 mm dans les parties antérieures (SOLE)
Associations de dispositifs			PMC merlu + Grille (13 mm) + PMC lang. (MERLAN BLEU) PMC merlu + Grille (MERLAN BLEU, CHINCHARD)

2.2. CHALUTIERS CREVETTIERS

Les essais de sélectivité menés à bord des chalutiers crevettiers en France métropolitaine se concentrent sur les chaluts à nappes sélectives et leurs déclinaisons (mailles carrées dans le gorget, nappe sélective en mailles carrées ou T90) (Tableau IV.2.2). Malgré les efforts réalisés sur l'amélioration de la sélectivite de ces engins, les captures de juvéniles de poissons plats restent importantes dans ce type de pêcherie. Aucune étude sur l'emploi de grille sélective n'est recensée en métropole alors que celles-ci sont couramment testées et utilisées à l'étranger. Il n'existe pas de programme propre à la sélectivité des chalutiers crevettiers actuellement en cours.

2.3. CHALUTIERS CIBLANT LES ESPECES BENTHO-DEMERSALES

Les résultats des études menées sur la sélectivité des chalutiers ciblant les espèces bentho-démersales reflètent la diversité des pratiques de pêche associées à cette flottille (Tableau IV.2.3). L'identification d'un dispositif comme étant sélectif apparait dépendant de l'espèce ciblée par la pêcherie, à l'exception des CMC qui produisent de bons résultats pour l'ensemble des poissons plats. Plusieurs programmes sont actuellement en cours pour améliorer la sélectivité de ces navires sur les différentes façades.

En Manche-Mer du Nord, le programme EODE (« Expérimentation de l'Obligation de DEbarquement »), débuté en 2015 et piloté par le CRPMEM Nord-Pas de Calais/Picardie, étudie le comportement de pêche et les stratégies de pêche en conditions expérimentales d'application de l'Obligation de Débarquement, ainsi que les gains de sélectivité associés à un engin ou un dispositif donné. Les dispositifs suivants seront testés :

- Cul de chalut en maillage 90mm (chalut de fond) ;
- Cul de chalut en maillage 100mm (chalut de fond) ;
- Cul de chalut en mailles T90 de maillage d'environ 88mm à la construction (chalut de fond) ;
- Cul de chalut en maillage 70 mm (chalut de type GOV).

En mer Celtique, le programme CELSELEC consiste à mettre au point ou valider des dispositifs sélectifs permettant de réduire très significativement les rejets. Le porteur du projet est l'Organisation de Producteurs « Les Pêcheurs de Bretagne », avec comme partenaire scientifique l'IFREMER. Les dispositifs technologiques testés sur les chaluts de fond, sur des navires professionnels, sont décrits ci-après :

- Cylindre à mailles carrées 100mm, placé en amont du PMC réglementaire 100mm ;
- Cylindre à mailles carrées 100mm, placé après le PMC réglementaire (de 100mm) ;
- Grille à lotte/raie/cardine en demi-ellipse en position basse inclinée vers l'arrière ;
- Rallonge + fond de cul en T90 en 100mm.

Les espèces principales concernées sont le merlan et l'églefin, et les baudroies, les raies et la cardine dans l'ouest de la zone. Les essais se poursuivent actuellement sur tous les dispositifs, les résultats seront présentés dans le courant de l'année 2016.

Dans le golfe de Gascogne, le programme REDRESSE s'intéresse à la pêcherie mixte de poissons et céphalopodes, sur laquelle les dispositifs suivant sont à l'étude :

- PMC ventral 100mm pour la réduction du benthos, des coqilles et des invertébrés ;
- CMC 80mm ;
- T90 en 70mm dans le cul du chalut seul.

Les résultats de ces études seront disponibles dans le courant de l'année 2016.

Tableau IV.2.2. Bilan par type de dispositif des expérimentations menées sur l'usage de dispositifs sélectifs à bord des chalutiers crevettiers en France. Lorsque plusieurs espèces sont ciblées par la pêcherie, celles étant concernées par l'effet du dispositif sont précisées entre parenthèses.

DISPOSITIF	POSITIF : Augmentation des captures TC/réduction des rejets	MITIGE : Résultats variables	NEGATIF : Fort échappement TC/augmentation des rejets
*Sélectivité **toutes espèces***			
Nappe sélectives	Chalut Asselin (SOLE, PLIE, TACAUD,BAR, FLET, CREVETTE) Chalut Asselin décollé (SOLE, MERLAN) Chalut Devismes (SOLE, PLIE, TACAUD, MERLAN)	Chalut Asselin (MERLAN) Chalut Asselin décollé (CREVETTE)	Chalut Asselin (LIMANDE) Chalut Devismes (CREVETTE)
Associations de dispositifs	Chalut Asselin+PMC (MERLAN, SOLE, PLIE, BAR, TACAUD, MULET)		Chalut Asselin+PMC (CREVETTE, SPRAT, ANCHOIS)

Tableau IV.2.3. Bilan, par groupe d'espèces et par type de dispositif, des expérimentations menées sur l'usage de dispositifs sélectifs à bord des chalutiers démersaux en France. Lorsque plusieurs espèces sont ciblées par la pêcherie, celles étant concernées par l'effet du dispositif sont précisées entre parenthèses.

DISPOSITIF	POSITIF : Echappement HT et échappement TC nul ou faible	MITIGE : Echappement HT + Echappement TC	NEGATIF : Fort échappement TC
*Sélectivité **gadidés***			
Grilles	Grille à barreaux ronds espacés de 23 mm (avec PMC en amont) (MERLAN)		Grille à barreaux carrés espacés de 25 mm (MERLAN) Grille à barreaux ronds espacés de 90 mm (MORUE)
PMC		PMC dorsal en 120 mm placé de 9 à 6 m en amont du raban de cul (L = 3 m)	PMC dorsal en 120 mm placé de 13.5 à 10.5 m en amont du raban de cul (L = 3 m)
CMC	CMC de 80 mm de maille (MERLAN) CMC de 115 mm de maille (MERLAN)		CMC de 115 mm de maille (MAQUEREAU)
Associations de dispositifs	CMC (80 mm) + Grille (23 mm) (MERLAN)		CMC (100 mm) + PMC (80 mm, L = 3m) (MERLAN)
Chalut à grandes mailles	Chalut de type « Eliminator Trawl » modifié (CABILLAUD)		Chalut de type « Eliminator Trawl » modifié (LIEU NOIR, AUTES ESPECES DEMERSALES)
*Sélectivité **pélagiques et démersaux***			
PMC		PMC dorsal en 120 mm, toutes positions (L = 3 m) (MAQUEREAU, CHINCHARD)	PMC dorsal en 120 mm placé de 13.5 à 10.5 m en amont du raban de cul (L = 3 m) (MAQUEREAU, ROUGET)
CMC	CMC de 80 mm de maille (MAQUEREAU, CHINCHARD, HARENG)		CMC de 115 mm de maille (MAQUEREAU)
Associations de dispositifs	CMC (80 mm) + Grille (30 mm) (HARENG) CMC (100 mm) + PMC (80 mm) (L = 3 m) (MAQUEREAU)	CMC (80 mm) + Grille (30 mm) (AUTRES ESPECES)	CMC (100 mm) + PMC (80 mm) (L = 3 m) (AUTRES ESPECES)
*Sélectivité **poissons plats***			
Grilles	Grille à lotte, barreaux espacés de 110 mm x50 mm (CARDINE, RAIE) Grille à barreaux espacés de 25 mm (PLIE, SOLE)		
PMC		PMC dorsal en 120 mm placé de 13.5 à 10.5 m en amont du raban de cul (L = 3 m) (TOUTES ESPECES)	
CMC	CMC de 115 mm de maille (TOUTES ESPECES)	CMC de 80 mm de maille (TOUTES ESPECES) CMC de 100 mm de maille (TOUTES ESPECES)	
Associations de dispositifs		CMC (80 mm) + Grille (23 mm) (TOUTES ESPECES) CMC (80 mm) + Grille (30 mm) (TOUTES ESPECES)	
Chalut à grandes mailles			Chalut de type « Eliminator Trawl » modifié (PLIE)
*Sélectivité **baudroies***			
Grilles	Grille à lotte, barreaux espacés de 110 mm x 50 mm Grille à lotte, barreaux espacés de 110 mm x 65 mm		

2.4. DRAGUEURS

Les études menées sur la sélectivité des dragues ont permis de faire évoluer la drague bretonne à coquille Saint-Jacques vers des dragues mécaniques ayant une meilleure efficacité et de réduire les captures de coquilles HT (drague à volet, drague à ressort) ; les dernières études s'intéressent à des engins ayant un moindre impact sur les fonds (drague écossaise, programme N-Virodredge) (Tableau IV.2.4). Il n'y a pas d'études françaises portant sur la sélectivité des dragues hydrauliques, ni sur la sélectivité des dragues ciblant les autres bivalves ; la littérature en provenance des pays du sud de l'Europe apporte des pistes de travail pour ces espèces.

2.5. CHALUTIERS PELAGIQUES

Les seuls résultats portant sur la sélectivité des chaluts pélagiques portent sur l'influence d'une augmentation du maillage pour la capture du poisson bleu (Tableau IV.2.5). L'usage de PMC pour améliorer l'échappement du thon rouge a été testé mais l'étude n'a pas permis de tirer de conclusions quant à l'influence de ce type de dispositif. On notera qu'il existe une littérature importante sur ce type d'engin provenant des pays du nord de l'Europe, et portant sur l'usage de culs de chalut en mailles carrées et de grilles sélectives.

2.1. SENNEURS

Il n'existe pas d'étude de sélectivité sur les sennes menée en France. Les travaux étrangers portent sur l'usage de grilles intégrées à la rallonge pour les sennes démersales, de PMC, de grandes mailles et de grilles pour les sennes coulissantes.

Des essais de sélectivité sur la senne danoise sont prévus dans le cadre du programme REDRESSE. Ceux-ci portent sur l'usage d'un PMC placé dans la rallonge et d'un panneau en T90 placé dans la partie terminale de la senne. Les résultats de ces essais seront disponibles dans le courant de l'année 2016.

2.1. LIGNEURS

Les études portant sur les lignes sont rares, seuls les leurres ont fait l'objet d'une étude en France, dans le cadre d'une pêcherie de thon germon (Tableau IV.2.6). Les études étrangères s'intéressent à l'influence du type et de la taille de l'hameçon, ainsi qu'à celle de l'appât sur les assemblages et la gamme de taille des espèces capturées. Les problématiques de sélectivité des lignes se rapprochent de celles des palangres.

Tableau IV.2.4. Bilan par type de dispositif des expérimentations menées sur la sélectivité à bord des dragueurs en France.

DISPOSITIF	POSITIF : Augmentation de l'efficacité/réduction des captures HT	MITIGE : . Augmentation du bris, même efficacité	NEGATIF : Augmentation du bris/réduction de l'efficacité
*Sélectivité **coquille Saint-Jacques***			
Volet dépresseur	Drague à volet, dents de 13 cm Drague à volet, anneaux de Ø 9 cm	Drague à volet	
Dents sur ressort			Drague anglaise à ressort
Dents indépendantes		Drague écossaise (LIMANDE, PLIE, RAIE, SOLE, TURBOT)	
Anneaux	Drague anglaise, anneaux de Ø 95 mm		
Alèse	Drague anglaise, alèse courte		

Tableau IV.2.5. Bilan par type de dispositif des expérimentations menées sur la sélectivité à bord des chalutiers pélagiques en France. Lorsque plusieurs espèces sont ciblées par la pêcherie, celles étant concernées par l'effet du dispositif sont précisées entre parenthèses.

DISPOSITIF	POSITIF : Augmentation des valeurs des paramètres L50	MITIGE :	NEGATIF :
Augmentation de maillage	Chalut à quatre faces en 40 et 44 mm de mailles (ANCHOIS, SARDINE, SPRAT)		

Tableau IV.2.6. Bilan par type de dispositif des expérimentations menées sur la sélectivité à bord des navires ligneurs en France. Lorsque plusieurs espèces sont ciblées par la pêcherie, celles étant concernées par l'effet du dispositif sont précisées entre parenthèses.

DISPOSITIF	POSITIF : Augmentation des valeurs des paramètres L50	MITIGE :	NEGATIF :
leurres	Leurre artificiel de type « Rapala » (GERMON)		Leurre artificiel de type « Spanyid » (GERMON) Leurre artificiel de type « octopus » (GERMON)

2.2. PALANGRIERS

Les résultats des études françaises portant sur la sélectivité des palangres ne sont pas disponibles à ce jour (programmes PASAMER, SELPAL et REPAST) . Comme pour les lignes, les études étrangères s'intéressent à l'influence du type et de la taille de l'hameçon, et à l'identification d'appâts préférentiels selon les espèces ciblées. L'optimisation de la conception technique des engins et de leur mise en œuvre, et l'influence de ces paramètres techniques sur l'attractivité des appâts, sont parmi les pistes de développement à l'étude pour améliorer la sélectivité des palangres.

2.3. FILEYEURS

L'essentiel des études de sélectivité françaises propres aux engins de type filet maillant et trémail portent sur l'influence de la taille de maille, en s'intéressant spécifiquement aux espèces bentho-démersales. A ce titre, les tailles de maille minimum historiquement préconisées sont recencées (Tableau IV.2.7). Les temps d'immersion ont également été considérés dans les études françaises.

Tableau IV.2.7. Maillage minimum historiquement recommandés sur la base d'études de sélectivité pour les principales espèces benthod-démersales (NC : non communiqué).

ESPECE	TYPE DE FILET	MAILLAGE RECOMMANDE SELON LES ETUDES HISTORIQUES
Araignée	Droit	220 mm
Bar	Droit	100-110 mm
Baudroie	Droit	270 mm
Langouste	Droit ou trémail	270-320 mm
Lieu jaune	NC	80-110 mm
Raie douce	Droit	320 mm
Rouget barbet	NC	48-55 mm
Sole	Trémail	90-110 mm
Turbot	NC	240-270 mm

Les études étrangères fournissent un complément d'information pour des espèces d'importance économique de la façade Manche essentiellement (morue, merlan, hareng, sole), et sur quelques espèces retrouvées sur l'ensemble des façades (merlu, rouget barbet). Celles-ci portent sur la taille de maille et le matériau de confection des filets. Il n'y a pas de programmes portant sur la sélectivité des filets actuellement en cours sur le territoire national.

2.4. NASSES ET CASIERS

2.4.1. NASSES A POISSONS

A ce jour, les essais menés sur l'usage de nasses à poissons dans les pêcheries traditionnelles françaises sont de caractère expérimental, sans mise en œuvre de ce type d'engin à l'échelle commerciale. Les premiers résultats obtenus indiquent un échappement des individus de petite taille (tacaud <30 cm) avec l'augmentation de la taille de maille des nappes de recouvrement, et des captures d'espèces

benthiques qui diminuent lorsque les nasses sont surélevées (Tableau IV.2.8). Les études portent cependant sur des espèces de second ordre en termes d'importance économique (tacaud, congre) et nécessitent d'être poursuivient pour atteindre la rentablité de la pratique. Des essais menés sur l'utilisation conjointe d'appâts naturels et de leurres luminieux indiquent une augmentation des rendements lorsque les seconds présents. Les expérimentations portant sur un transfert de l'activité de pêche de la palangre vers les nasses pour la pêcherie de légine australe n'ont pas été suivies d'une mise en œuvre de la technique.

Il n'y a actuellement pas d'étude en cours sur la sélectivité des nasses à poissons en France. Par ailleurs, d'autres considérations entrent en compte dans le développement de cette pratique, qui n'ont pas été prises en compte pour ce rapport (conflit d'usage, règlementation).

A l'étranger, en particulier dans les pays d'Europe du Nord, la pratique est répandue et les essais de sélectivité (ou de rendement) portent sur les mêmes paramètres que ceux considérés dans les études françaises (maillage des nappes, utilisation de leurres lumineux).

2.4.1. CASIERS A LANGOUSTINE

Deux types de casiers à langoustine ont été testés, ayant pour but d'améliorer la qualité du produit pêché et de réduire la mortalité des rejets. L'un des casiers (modèle danois, pliant) a été rejeté par les professionnels car trop souple et engendrant des temps de démaillage des captures accessoires (crabe) trop longs (Tableau IV.2.9). Le casier à langoustine écossais est maniable, il nécessite de plus amples études. Il n'y a pas d'étude en cours relative à la sélectivité des casiers à langoustine.

2.4.2. AUTRES DISPOSITIFS DE TYPE PIEGE A POISSONS

Les engins de pêche de type piège à poissons n'ont pas fait l'objet d'étude de sélectivité en France. Leur usage est pourtant répandu en Méditerranée, dans les étangs (capéchades, verveux).

A l'étranger, on notera le développement de « chambres à ponton » dont l'objectif est de protéger les poissons capturés de la déprédation par d'autres prédateurs (phoques). Ces dispositifs ne semblent pas avoir d'application immédiates en France mais pourraient être considérés pour la pêcherie de légine australe.

Tableau IV.2.8. Bilan par type de dispositif des expérimentations menées sur la sélectivité des nasses à poissons en France. Lorsque plusieurs espèces sont ciblées par la pêcherie, celles étant concernées par l'effet du dispositif sont précisées entre parenthèses.

DISPOSITIF	POSITIF : Echappement des individus HT/réduction des captures indésirables	MITIGE :	NEGATIF : Fortes captures d'individus HT/ réduction des captures TC
Augmentation de maillage	Nasse ITIS n° 5, MC de 50 mm côté (TACAUD)		Nasse ITIS n°1, MC de 25 mm côté (TACAUD)
Position dans la colonne d'eau	Nasse ITIS décollée du fond (BENTHOS – toutes espèces)		Nasse ITIS décollée du fond (TACAUD, CONGRE)

Tableau IV.2.9. Bilan par type de dispositif des expérimentations menées sur la sélectivité des casiers à langoustine en France. Lorsque plusieurs espèces sont ciblées par la pêcherie, celles étant concernées par l'effet du dispositif sont précisées entre parenthèses.

DISPOSITIF	POSITIF :	MITIGE :	NEGATIF : Augmentation du temps de démaillage des espèces accessoires
Augmentation de maillage			Casier à langoustine danois, pliant (CRABE)

3. PERSPECTIVES INTERNATIONALES

L'exploitation du rapport annuel 2015 du WGFTFB du CIEM fournit une vue d'ensemble des évolutions récentes de la discipline à l'échelle internationale (CIEM, 2015). Les principaux résultats sont présentés ci-après, par engin. A la lecture de ce rapport, les efforts consacrés à la sélectivité des chaluts apparaissent toujours prépondérants. Les obligations liées à la mise en œuvre de la nouvelle PCP expliquent en partie cette asymétrie entre les différents engins de pêche, les chaluts démersaux et les chaluts pélagiques étant les premiers visés par l'interdiction de débarquement, qui prend respectivement effet au 1er janvier 2016 et au 1er janvier 2017.

3.1. CHALUTS ET SENNES

3.1.1. SYSTEMES VIDEOS ET ACOUSTIQUES

Les recherches portant sur la prise en compte du comportement des individus s'intensifient. La mise en œuvre expérimentale de systèmes vidéo à l'intérieur des engins s'est généralisée et les scientifiques s'attachent à comprendre les mécanismes qui maximisent la probabilité de contact entre les individus capturés et les dispositifs sélectifs de type grille et PMC. Les systèmes de vidéo embarquée sont utilisés pour affiner la configuration des dispositifs sélectifs.

Les scientifiques s'intéressent également au développement de nouveaux dispositifs permettant le contrôle des captures en temps réel à partir de systèmes acoustiques et/ou vidéo. Ce type de contrôle permettrait de réduire les captures totales lorsque nécessaire (trop fortes captures, dépassement des quotas, banc de juvéniles, etc…) et, de ce fait, de limiter les captures accessoires et les rejets (CIEM, 2015).

Les néerlandais travaillent sur la signature acoustique du sanglier pour éviter sa capture en mer Celtique pour les chalutiers semi-pélagiques ciblant le maquereau et le chinchard.

3.1.2. PMC ET GRILLES

Les travaux sur les PMC montés sur les chaluts se poursuivent. Au Pays Basque espagnol, la position et l'inclinaison des PMC parait influencer leur capacité à laisser échapper les individus HT (Santos *et al*, 2015). Les irlandais ont testés différents PMCs, en 80 mm, 100 mm, 110 mm et 300 mm de maille étirée dans une pêcherie de langoustine. Le PMC de 300 mm permet d'augmenter l'échappement de morues.

Au Danemark, une autre étude s'intéresse à l'utilisation de dispositifs stimulants qui augmentent la probabilité de contact avec et l'échappement au travers du PMC ; le type de dispositif considéré n'est pas précisé. De même, les grilles sélectives sont toujours à l'étude en Suède et en Norvège dans les pêcheries mixtes crevettes/poissons démersaux.

3.1.3. MODIFICATIONS DES CULS DE CHALUTS

T90 et mailles carrées

Aux Pays-Bas, le T90 est testé pour la confection des culs de chaluts pour les chaluts démersaux. Ce dispositif apparait efficace pour augmenter l'échappement des poissons ronds par rapport à un cul de chalut en maille losange de même taille de maille. Par contre, le T90 n'apparait pas adapté à l'échappement des poissons plats.

En Irlande, ce sont deux culs de chalut en mailles carrées de 75 mm et 50 mm jauge qui sont testés dans une pêcherie de langoustine. Les captures sont relativement similaires à celles obtenues avec cul de chalut en maille losange de 70 mm étirée.

Matériaux et types de fil

L'influence du matériau constitutif des culs de chaluts (mono- *vs* multi- filaments) (Ecosse) et de la forme des mailles sur les échappements de langoustines dans des pêcheries mixtes langoustine/poissons démersaux est étudiée respectivement en Ecosse et au Portugal.

Modification des plans

Pour la senne danoise, les chercheurs norvégiens étudient la possibilité de réduire la taille des culs de chaluts pour limiter les captures.

3.1.4. NAPPES SEPARATRICES

En Norvège, des chaluts à nappes séparatrices en mailles carrées sont étudiés pour séparer différentes espèces de poissons ronds dans une pêcherie de poissons démersaux. Aux Pays-Bas, c'est une nappe séparatrice en T45 qui est à l'essai pour la séparation des poissons et des langoustines.

Pour les pêcheries mixtes crustacés/poissons, des chaluts à nappes séparatrices sont à l'étude au Canada.

3.1.5. NAPPES SELECTIVES

Le principe de la nappe sélective est actuellement à l'étude aux Pays-Bas pour une pêcherie de crevette grise.

3.1.6. CHALUT SANS DOS

Des chaluts sans dos sont à l'étude aux Etats-Unis pour une pêcherie mixte crustacés/poissons.

3.1.7. LEURRES LUMINEUX

Les chercheurs écossais étudient l'influence de leurres lumineux placés sur la corde de la nappe séparatrice sur la séparation des captures dans un chalut visant les poissons démersaux. Aux Etats-Unis et en Norvège, des chercheurs étudient l'influence d'un leurre lumineux sur les échappements obtenus au travers d'une grille sélective (effet négatif) et le long de la filière de bourrelet (effet positif) dans une pêcherie mixte crustacés/poissons démersaux.

3.2. DRAGUES

Les études portant sur les dragues hydrauliques se poursuivent aux Pays-Bas. Au Japon, des essais sont menés sur une pêcherie de praires, où différents espacements inter-dents et différentes tailles de maille pour la poche sont testés.

3.3. PALANGRES

Les études portant sur le matériau constitutif des palangres (Canada) et sur la forme et la taille des hameçons se poursuivent également (Etats-Unis).

3.4. FILETS ET TREMAILS

Le rapport 2015 du WGFTFB ne fait pas état de travaux en cours sur la sélectivité des filets.

3.1. NASSES ET CASIERS

3.1.1. MATERIAU

Des nappes de filets ou de recouvrement constituées de matériaux biodégradables sont actuellement à l'étude. De telles innovations permettraient de réduire l'impact des engins en cas de perte à la mer (« ghost-fishing »).

3.1.2. CONFIGURATION DU DISPOSITIF

Dans le Kattegat et le Skagerrak, l'utilisation de casiers à langoustines pour diversifier les pratiques de pêche est à l'étude. Ces casiers sont conçus pour optimiser la probabilité d'entrée des individus en orientant le casier dans le courant (CIEM, 2015).

Les goulottes d'entrée des casiers à crabes verts utilisés sur les côtes atlantiques du Canada ont été modifiées pour prendre une forme de fente, empêchant l'entrée des homards, espèce accessoire de la pêcherie. Les navires sont quant à eux équipés de « toboggan » de tri pour faciliter la remise à l'eau des femelles homard grainées.

Au Danemark, un piège issu de l'association d'un casier à langoustines et d'un piège à anguilles est testé pour la capture des langoustines en présence de myxines.

3.1.3. COMPARAISONS INTER-ENGIN

Au Portugal, une étude compare la sélectivité des chaluts à langoustines à celle des casiers à langoustines.

4. CONCLUSION

L'exploitation de la bibliographie relative aux travaux de sélectivité menés en France fait apparaître une forte disparité dans les efforts mis en œuvre pour l'étude des différents engins de pêche. Ainsi, il existe une littérature abondante sur la problématique de la sélectivité des chaluts et des dragues pour les arts trainants, et sur celle des filets pour les arts dormants. Les autres engins sont relativement peu représentés ; la consultation de la littérature internationale est donc apparue essentielle pour mener à bien ce travail. L'exploitation des travaux étrangers participe également à l'identification de pistes de développement pour l'amélioration de la sélectivité.

L'amélioration de la sélectivité des engins de pêche s'inscrit dans la logique globale d'une bonne gestion des stocks de pêche. L'augmentation de la taille moyenne des captures peut être assimilée à la préservation d'une partie des individus de petite taille. La sauvegarde de ces petits individus implique une réduction de la mortalité par pêche des juvéniles, contribuant à l'augmentation de la biomasse disponible à la pêche pour les années futures. En augmentant la capacité des professionnels à cibler des gammes de taille données et en focalisant l'effort de pêche sur les grands individus à forte valeur commerciale, la sélectivité participe à l'amélioration des diagrammes d'exploitation, facilitant l'atteinte du rendement maximum durable (RMD), et préserve la viabilité économique de l'activité de pêche professionnelle au cours de la phase de transition.

La mise en œuvre de l'obligation de débarquement au 1er janvier 2016 pour certaines espèces ciblées par les chalutiers démersaux et son extension à l'ensemble des métiers d'ici 2019 replace l'importance de la sélectivité des engins de pêche dans un nouveau contexte. Améliorer la sélectivité des engins de

pêche est un moyen de limiter les conséquences de l'obligation de débarquement pour les professionnels (i.e. gestion à bord, débarquement et devenir des captures non-commercialisables, meilleure valorisation des quotas) ; l'obtention possible d'exemptions, par espèce et par zone de pêche, sur la base des efforts mis en œuvre pour réduire les rejets est un argument supplémentaire en faveur du développement des dispositifs sélectifs (Condie *et al*, 2014; Sardà *et al*, 2015). Néanmoins, le choix et l'implémentation des dispositifs sélectifs doivent être réalisés selon un processus évolutif et rigoureux, qui garantisse que les dispositions prises obtiendront l'aval des professionnels (Suuronen et Sardà, 2007; Uhlmann *et al*, 2014). De plus, les mesures techniques destinées à réduire les rejets devront être accompagnées d'un changement des pratiques de pêche professionnelles (Rochet *et al*, 2014).

Enfin, une partie importante du rapport 2015 du WGFTFB du CIEM se concentre sur les mesures de gestion, soulignant les effets adverses pouvant subvenir après la mise en œuvre d'un dispositif sélectif (CIEM, 2015). C'est le cas notamment de la grille sélective Nordmøre pour le stock de morue de la mer Baltique, pour laquelle, après plusieurs années de mise en œuvre, les scientifiques et les professionnels observent des changements dans la composition des captures globales avec une réduction de la fraction des captures composée de petits individus de tailles commercialisables : la pression de pêche sur les gros individus a ainsi augmenté pour compenser cette perte, affectant les capacités de recrutement de la population ; cette modification des pratiques de pêche met en danger la pérennité du stock si la gestion de la pêcherie n'est pas reconsidérée. Cet exemple est en faveur d'une mise en œuvre raisonnée des dispositifs sélectifs.

Les essais menés actuellement en France et en Europe montrent un effort toujours important concernant la sélectivité des chaluts et un regain d'intérêt pour les dispositifs de type nappe séparatrice. L'usage de leurres lumineux dans les engins trainants et dormants, et celui de systèmes vidéos et acoustiques pour la prise en compte du comportement des individus constituent les développements les plus récents de ce champ de recherche. Les nasses connaissent également un fort intérêt, en vue d'une diversification des activités. L'absence de travaux portant sur la sélectivité des filets, tant au niveau national qu'international, est un point noir des études actuelles au vu des attentes de l'Europe sur cette problématique.

Cette synthèse bibliographique a pour but de fournir un document de référence aux acteurs de la gestion des pêches, sur lequel appuyer les futurs développements techniques. La poursuite des travaux sur la sélectivité des engins de pêche et la prise en compte des spécificités de gestion de chaque pêcherie doivent, à terme, permettre une exploitation maximale durable des stocks et assurer l'avenir d'un secteur économique important.

LISTE DES TABLEAUX

SECTION 1

Tableau I.1.1 Caractéristiques des engins de pêche influençant la sélectivité des poissons en terme de taille (modifié de Wileman et al., 1996) 28

SECTION 2

Tableau II.2.1. Récapitulatif des essais menés sur l'usage des nappes séparatrices pour les chalutiers langoustiniers. 33

Tableau II.2.2. Influence de la taille de maille sur les paramètres de sélectivité des culs de chalut à bord des chalutiers langoustiniers, pour le merlu (reproduit de Fonseca et al., 1999) 35

Tableau II.2.3. Influence du matériau constitutif et de la longueur de la poche sur les paramètres de sélectivité des culs de chalut à bord des chalutiers langoustiniers, pour le merlu. Le mode expérimental et le nombre de traits réalisés sont précisés. 36

Tableau II.2.4. Récapitulatif des expériences menées sur l'influence de la taille de maille sur la sélectivité des culs de chaluts à bord des chalutiers langoustiniers, pour la langoustine (reproduit de Fonseca et al., 1999)..... 37

Tableau II.2.5. Récapitulatif des expériences menées sur l'influence du matériau et de la taille de maille sur la sélectivité des culs de chaluts à bord des chalutiers langoustiniers, pour la langoustine. 38

Tableau II.2.6. Récapitulatif des expériences menées sur la sélectivité des panneaux à mailles carrées pour le merlu. 41

Tableau II.2.7. Récapitulatif des expériences menées sur la sélectivité des panneaux à mailles carrées pour la langoustine. 44

Tableau II.2.8. Bilan des essais menés sur l'usage du T90, en PE enduit de PU et en Dynéema, comme substitut du PMC obligatoire placé dans le gorget pour l'échappement du merlu dans le golfe de Gascogne. 45

Tableau II.2.9. Récapitulatif des expériences menées sur la sélectivité du cylindre à mailles carrées pour la langoustine et le merlu. 48

Tableau II.2.10. Récapitulatif des expériences menées sur l'influence des grandes mailles sur la sélectivité des engins à bord des chalutiers langoustiniers. 48

Tableau II.2.11. Récapitulatif des expériences menées sur l'usage de grilles sélectives à bord des chalutiers langoustiniers. Les valeurs de L50 et de CS rapportées concernent la langoustine. 51

Tableau II.2.12. Récapitulatif des expériences menées sur l'usage de dispositifs sélectifs montés en série à bord des chalutiers langoustiniers. Les valeurs de L50 et de CS concernent la langoustine. 54

Tableau II.2.13. Récapitulatif des expériences menées sur l'ouverture de maille forcée pour la sélectivité des engins à bord des chalutiers langoustiniers. 58

Tableau II.2.14. Bilan des différents dispositifs sélectifs testés ayant un effet bénéfique sur l'échappement des espèces accessoires soumises à TAC dans la pêcherie de langoustine française. 60

Tableau II.3.1. Récapitulatif des expériences menées pour l'amélioration de la sélectivité à bord des chalutiers crevettiers en France..... 65

Tableau II.4.1. Répartition géographique des principales espèces démersales exploitées par les flottilles de chalutiers de fond françaises exerçant sur la façade Atlantique (*source : site internet Ifremer)*..... 72

Tableau II.4.2. Niveaux de rejets, en poids toutes espèces confondues, observés à bord des principales flottilles de chalutiers ciblant les espèces bentho-démersales en 2012 (modifié de Cornou *et al.*, 2013). 72

Tableau II.4.3. Paramètres de sélectivité obtenus pour 3 tailles de mailles pour des chaluts à quatre faces testés en Méditerranée (reproduit de Dremiere et Burgaud, 1992)..... 75

Tableau II.4.4. Récapitulatif des essais menés sur la sélectivité des culs de chalut en fonction de la taille de maille, du montage et du matériau pour les chalutiers démersaux du golfe de Gascogne 75

Tableau II.4.5. Contribution relative en nombre des 11 principales espèces recensés aux captures de deux ganguis, l'un traditionnel et l'autre monté avec un cul de chalut en mailles carrées de 40 mm (modifié de Sacchi et al., 2010). 76

Tableau II.4.6. Paramètres principaux de la distribution en taille des captures pour les 11 principales espèces recensées dans les captures d'un gangui traditionnel comparé aux captures d'un gangui équipé d'un cul de chalut en mailles carrées de 40 mm (modifié de Sacchi et al., 2010). (L25 : taille max de 25% des captures, L50 : taille max de 50 % des captures, L75 : taille max de 75% des captures)... 76

Tableau II.4.7. Récapitulatif des expériences menées sur la grille sélective à bord des chalutiers démersaux en mer Celtique et dans le golfe de Gascogne...... 79

Tableau II. 4.8. Récapitulatif des expériences menées sur la grille sélective à bord des chalutiers démersaux en Manche-mer du Nord. 79

Tableau II.4.9. Récapitulatif des résultats obtenus à l'aide du dispositif sélectif sélectionné à l'issue du programme SAUPLIMOR (*1999-2001) sur l'échappement des juvéniles et les paramètres de sélectivité de quatre espèces dominantes dans les captures de la flottille des chalutiers mixtes du Pas de Calais* (modifié de Anonyme, 2001). 82

Tableau II.4.10. Récapitulatif des expérimentations menées au cours du programme SELECMER sur l'usage du panneau à mailles carrées pour la sélectivité à bord des chalutiers démersaux (*TP : traits parallèles, CC : comparaison de capture, NR : non renseigné, ml : merlan, li : limande, Mo : morue, ma : maquereau, ch : chinchard, pl : plie, gr : grondin rouge, se : seiche, en : encornet)* 86

Tableau II.4.11. Récapitulatif des expérimentations menées sur l'usage du cylindre à mailles carrées pour la sélectivité à bord des chalutiers démersaux. 88

Tableau II.4.12. Récapitulatif des expériences menées sur les associations de dispositifs à bord des chalutiers démersaux. 94

Tableau II.5.1. Paramètres de sélectivité et efficacité obtenus pour différentes configurations de dragues à coquilles Saint-Jacques (HT : Hors taille commerciale ; TC : Taille Commerciale ; Ind. : Individus ; NC : non communiqué) (Dupouy, 1982) 105

Tableau II.5.2. Paramètres de sélectivité obtenus pour différents diamètres d'anneaux métalliques d'une drague bretonne à volet. La taille commerciale minimum associée est précisée. (Modifié de Labbé, 1983 et Fifas, 1991 dans Pitel et al., 2001). 106

Tableau II.5.3. Récapitulatif des résultats obtenus sur l'influence du sédiment sur l'efficacité constaté des dragues bretonnes et des dragues à volets (NC : Non Communiqué)..... 106

Tableau II.5.4. Comparaison des dimensions et performances en pêche de deux dragues, l'une standard et l'autre anglaise (modifié de Chapman et al., 1977). 108

Tableau II.5.5. Paramètres de sélectivité obtenus pour deux diamètres d'anneaux métalliques avec la drague New Bedford pour la récolte de pétoncle géant (NC : non communiqué ; NA : non applicable) (modifié de Yochum et Dupaul, 2008) 113

Tableau II.5.6. Caractéristiques techniques des dragues Newhaven utilisées au nord de la mer d'Irlande pour la capture des coquilles Saint-Jacques, et de leur version modifiée destinée à la capture du pétoncle blanc (modifié de Veale et al., 2001)..... 113

Tableau II.5.7. Paramètres de sélectivité obtenus pour trois espèces au cours des essais menés sur l'influence de la taille de maille de la poche pour une drague à bivalve traditionnelle portugaise (reproduit de Gaspar et al., 1999)..... 115

Tableau II.5.8. Paramètres de sélectivité estimés pour trois tailles de mailles différents et pour l'espèce Spisula solida à partir des essais menés sur une drague traditionnelle portugaise à section rectangulaire (modifié de Gaspar et al., 2003). 116

Tableau II.6.1. Paramètres de sélectivité obtenus pour 3 tailles de mailles pour des chaluts à quatre faces testés en Méditerranée (reproduit de Dremiere et Burgaud, 1992)..... 120

Tableau II.6.2. Récapitulatif des essais de sélectivité menés en Norvège sur une pêcherie de maquereaux au chalut pélagique (Kvalsvik et al., 2002)..... 126

Tableau II.7.1. Paramètres de sélectivité obtenus pour deux sennes danoises équipées de différents culs de chalut, l'un en maille losange et l'autre en mailles carrées, tous deux en maille de 120 mm (CS : coefficient de sélectivité – rapport du L50 sur la taille de maille, SR : intervalle de sélection)..... 132

Tableau II.7.2. Résultats des essais de sélectivité du PMC pour la senne démersale menés en Islande entre 1991 et 1992 (Thorsteinsson, 1992). (NA : non applicable, NC : non communiqué, FOV : faible ouverture verticale, nb : en nombre, p : en poids, Egl. : églefin, Mor. : morue, Pli. : plie, Lim. : limande, Pli.cy. : plie cynoglosse, Li.so. : limande sole, Ra.etl. : raie étoilée)..... 132

Tableau II.7.3. Paramètres de sélectivité estimés à partir de l'analyse de la mortalité par pêche en fonction de la longueur issue des évaluations de stock et comparée aux estimations obtenues au cours d'étude de sélectivité. Les valeurs expérimentales issues de Reeves et al. (1992) proviennent d'un chalut à mailles de 100 mm, de 100 mailles de circonférence et équipé d'une rallonge de 9 m de long. (CS : coefficient de sélectivité) (reproduit de Cook et Reeves, 1996)..... 134

Tableau II.7.4. Bilan des expérimentations de grille sélective menées en Norvège pour l'échappement du maquereau dans les pêcheries à la senne coulissante. 135

Tableau II.7.5. Bilan des expérimentations de grille sélective menées en Norvège pour l'échappement du lieu noir dans les pêcheries à la senne coulissante. 136

SECTION 3

Tableau III.1.1. Paramètres affectant la sélectivité des filets maillants et trémails (modifié de Holst et al, 1998)..... 146

Tableau III.2.1. Récapitulatif des préférences d'appât pour 6 espèces exploitées à la palangre en Atlantique et en Méditerranée (modifié de Løkkeborg et Bjordal, 1992; Watson et al., 2005)..... 149

Tableau III.2.2. Récapitulatif des préférences de taille d'appât et relation entre la taille de l'appât et la taille des individus capturés pour 3 espèces exploitées à la palangre en Atlantique (modifié de Løkkeborg et Bjordal, 1992) 150

Tableau III.3.1. Principales espèces bentho-démersales retrouvées dans les captures et dans les rejets des navires pratiquant le filet pour différentes zones de pêche françaises (Leblond et al., 2014; Cornou et al., 2015)..... 159

Tableau III.3.2. Temps d'immersion moyen des différents filets, en fonction du type d'espèce ciblée et de la zone de pêche (source : IFREMER) 160

Tableau III. 3.3. Récapitulatif des paramètres de sélectivité obtenus sur la sole pour un chalut à perche (maille de 80 mm) et trois filets de trémails (maille de 84, 90 et 100 mm) (Brabant, 1979)..... 161

Tableau III.3.4. Récapitulatif des résultats obtenus sur l'étude de la sélectivité des filets maillants et trémails pour les principales espèces exploitées par les flottilles françaises en Atlantique (modifié de Pouvreau et Morizur, 1995) 163

Tableau III.3.5. Caractéristiques techniques des filets testés dans le cadre d'une étude de sélectivité pour une pêcherie multi-spécifique portugaise (modifié de Fonseca, Martins, et al., 2005)..... 164

Tableau III.3.6. Proportions en nombre (NB) et en poids (PDS) de différences espèces dans les captures totales au filet maillant pour quatre tailles de mailles (modifié de Fonseca, Martins, et al., 2005) .. 165

Tableau III.3.7. Caractéristiques techniques de deux trémails et d'un filet maillant testés pour la sélectivité de la morue norvégienne (Salvanes, 1991)..... 165

Tableau III.3.8. Caractéristiques techniques des 6 nappes constitutives de filets des filières à morue testés par Hovgård et al. (1999) 167

Tableau III.3.9. Caractéristiques techniques des filets déployés par Santos et al. (2003) pour évaluer la sélectivité des filets maillants au merlu. 168

Tableau III.3.10. Caractéristiques des captures de merlu obtenues au filet maillant pour quatre tailles de maille différentes et mode de la courbe de sélectivité estimée (méthode SELECT - Millar, 1992) (modifié de Santos et al., 2003) 169

Tableau III.3.11. Caractéristiques techniques des filets à sole danois testés pour la sélectivité de la sole, de la plie et de la morue par Madsen et al. (1999). 169

Tableau III.3.12. Caractéristiques des captures de sole, de plie et de morue réalisées au moyen de filets à sole de différents maillages. Les proportions d'individus HT et TC, la taille moyenne et le rendement pour 50 m de filet sont précisés. (Modifié de Madsen, Holst, et al., 1999)..... 170

Tableau III.3.13. Caractéristiques techniques des filets maillants testés pour la capture de morue en mer Baltique (Holst et al., 2002) 172

Tableau III.3.14. Caractéristiques techniques des filets maillants à sole testés en mer Adriatique (Grati et al., 2015)..... 173

Tableau III.3.15. Niveaux de rejets de plie obtenus pour 6 tailles de mailles dans une pêcherie au trémail danoise, en nombre (Nb) et en poids (kg) pour trois saisons différentes (modifié de Moth-Poulsen, 2003)..... 174

Tableau III.3.16. Caractéristiques techniques de différents trémails et plan d'expérience utilisés dans quatre zones d'essais de sélectivité menés par Erzini et al. (2006) 175

Tableau III.4.1. Contribution relative des différentes espèces à la capture globale des caseyeurs exclusifs des façades Manche-mer du Nord et Atlantique pour l'année 2012 (Leblond et al., 2014) 177

Tableau III.4.2. Caractéristiques techniques des nasses à poissons testées au cours du programme ITIS (Rect. : rectangulaire ; Cylin. : cylindrique ; DCP : dispositif concentrateur de poisson ; MC : maille carrée ; PA : polyamide ; H : horizontale ; V : verticale)..... 180

Tableau III.4.3. Récapitulatif des nasses testées entre 2010 et 2011 au sein d'Ifremer (Méhault et al., 2012)..... 182

Tableau III.4.4. Bilan des points forts et des points faibles des diffééents modèles de nasses à poissons testées en 2010 et 2011 (reproduit de Méhault et al, 2012)..... 184

Tableau III.4.5. Caractéristiques techniques de 7 nasses à poissons testées au cours du programme Fish 2 EcoEnergy, en Manche (Méhault et Morandeau, 2015)..... 185

Tableau III.4.6. Rendements obtenus pour le congre, le tacaud et le tourteau avec neuf types d'appât différents utilisés dans des nasses norvégiennes (modifié de Méhault et al., 2012) 186

Tableau III.4.7. CPUE obtenues pour les trois principales espèces retrouvées dans les captures réalisées à la nasse à poissons en Manche au cours du programme Fish 2 EcoEnergy (modifié de Méhault et Morandeau, 2015)..... 187

Tableau III.4.8. Caractéristiques techniques des nasses développées et testées au cours du programme ORCASAV pour la capture de légine australe (Bavouzet et al, 2011)..... 188

Tableau III.4.9. Paramètres d'expériementation et rendements obtenus pour trois séries d'essais menés dans le golfe de Gascogne sur les casiers à langoustine écossais (Méhault et al, 2010) 191

Tableau III.4.10. Caractéristiques techniques des nasses témoin et tests mises en œuvre pour la capture de morue en mer de Barents et en mer Baltique (Ovegård et al., 2011; Furevik et al., 2008)..... 193

Tableau III.4.11. Caractéristiques techniques des grilles testées pour améliorer la sélectivité des chambres à ponton dans la pêcherie de hareng en zone côtière en mer Baltique. (Lundin, Ovegård, et al., 2011; Lundin, Calamnius, et al., 2011) 198

Tableau III.4.12. Niveaux d'échappement de hareng HT observés pour les différents dispositifs sélectifs testés sur les chambres à ponton. La période d'estimation du taux d'échappement est précisée entre parenthèses (modifié de Lundin, 2014). 198

SECTION 4

Tableau IV.2.1. Bilan, par groupe d'espèces et par type de dispositif, des expérimentations menées sur l'usage de dispositifs sélectifs à bord des chalutiers langoustiniers en France. Lorsque plusieurs espèces sont visées, celles-ci sont précisées entre parenthèses..... 204

Tableau IV.2.2. Bilan par type de dispositif des expérimentations menées sur l'usage de dispositifs sélectifs à bord des chalutiers crevettiers en France. Lorsque plusieurs espèces sont ciblées par la pêcherie, celles étant concernées par l'effet du dispositif sont précisées entre parenthèses..... 207

Tableau IV.2.3. Bilan, par groupe d'espèces et par type de dispositif, des expérimentations menées sur l'usage de dispositifs sélectifs à bord des chalutiers démersaux en France. Lorsque plusieurs espèces sont ciblées par la pêcherie, celles étant concernées par l'effet du dispositif sont précisées entre parenthèses..... 208

Tableau IV.2.4. Bilan par type de dispositif des expérimentations menées sur la sélectivité à bord des dragueurs en France..... 210

Tableau IV.2.5. Bilan par type de dispositif des expérimentations menées sur la sélectivité à bord des chalutiers pélagiques en France. Lorsque plusieurs espèces sont ciblées par la pêcherie, celles étant concernées par l'effet du dispositif sont précisées entre parenthèses. 210

Tableau IV.2.6. Bilan par type de dispositif des expérimentations menées sur la sélectivité à bord des navires ligneurs en France. Lorsque plusieurs espèces sont ciblées par la pêcherie, celles étant concernées par l'effet du dispositif sont précisées entre parenthèses. 210

Tableau IV.2.7. Maillage minimum historiquement recommandés sur la base d'études de sélectivité pour les principales espèces benthod-démersales (NC : non communiqué)..... 211

Tableau IV.2.8. Bilan par type de dispositif des expérimentations menées sur la sélectivité des nasses à poissons en France. Lorsque plusieurs espèces sont ciblées par la pêcherie, celles étant concernées par l'effet du dispositif sont précisées entre parenthèses..... 213

Tableau IV.2.9. Bilan par type de dispositif des expérimentations menées sur la sélectivité des casiers à langoustine en France. Lorsque plusieurs espèces sont ciblées par la pêcherie, celles étant concernées par l'effet du dispositif sont précisées entre parenthèses. 213

LISTE DES FIGURES

SECTION 1

Figure I.2.1. Courbe de sélectivité d'un engin de pêche de type chalut, exprimant la probabilité de capture en fonction de la taille de l'individu et faisant apparaitre les paramètres de référence L50 et SR. Si le L50 est égal à la taille minimale de capture autorisée, l'aire située sous la courbe pour les individus de taille inférieure à L50 (en rouge) peut être assimilée aux rejets, et l'aire située au-dessus de la courbe pour les individus de taille supérieure à L50 (en gris) correspond à la fraction des individus de tailles supérieures à L50 présent dans le stock et non capturés par l'engin. 17

Figure I.2.2. Illustrations pour les chaluts et les dragues des résultats obtenus en comparaison des captures à partir d'un jeu de données fictif (à gauche : captures moyennes obtenues par classe de taille pour un engin témoin (CONTROL) traditionnellement utilisé par les professionnels et le même engin auquel a été ajouté un dispositif sélectif à tester (TEST) ; à droite : résultat d'un modèle estimant la probabilité qu'un individu capturé s'échappe par l'engin testé alors qu'il serait retenu par l'engin témoin (valeur moyenne et intervalle de confiance à 95%). L'axe horizontal à 0.5 représente le point auquel les captures sont identiques dans les deux engins ; au-dessous de cet axe l'engin test est plus sélectif que l'engin témoin, au-dessus il l'est moins (Holst et Revill, 2009). 19

SECTION 2

Figure II.2.1. Localisation des zones dites « box merlu » (en gris) dans le golfe de Gascogne et en mer Celtique, et des zones à l'intérieur de ces boxes où la pêche de la langoustine au 70 mm est autorisée (en noir) avec un suivi des captures par un observateur embarqué. (Image reproduite du journal Le Marin en date du 11 mai 2001). 31

Figure II.2.2. Représentation graphique du chalut à mailles séparatrices pour la pêcherie de langoustine (source : www.ifremer.fr) 33

Figure II.2.3. Le dispositif MCM tel qu'adopté par la règlementation. Le panneau à mailles carrées est positionné sur la face dorsale du gorget. La maille retenue est de 100 mm jauge (reproduit de Guigue, 2006) 40

Figure II.2.4. Représentation schématique du chalut équipé de panneaux à mailles carrées latéraux (reproduit de Morandeau et al., 2006) 42

Figure II.2.5. Représentation schématique du dispositif MCL, positionné sur le dessous de la rallonge et testé au cours du programme « Sélectivité Langoustine » (reproduit de Guigue, 2007). 43

Figure II.2.6. Schéma de montage du cylindre à mailles carrées développé par l'Ifremer. Le schéma est celui du cylindre en maillage de 70 mm jauge. Pour le cylindre en 62 mm jauge, le périmètre est de 64 côtés de maille et la longueur de 54. (Reproduit de Meillat et al., 2011) 46

Figure II.2.7. Représentation des agencements de grille, en quinconce (à gauche) tel que conçu pour le programme ASCGG, et aligné (à droite) comme pour le programme « Sélectivité Langoustine » (reproduit de Guigue, 2006) 49

Figure II.2.8. Plan de montage de la grille sélective élaborée pour les programmes ASCGG et « Sélectivité Langoustine » par les ingénieurs en technologie des pêches de la station Ifremer de Lorient (reproduit de Guigue, 2007). 50

Figure II.2.9. Schéma de l'association de la grille sélective inversée à 2 panneaux à mailles carrées, l'un destiné à la sélectivité du merlu et placé en amont sur la partie dorsale de la rallonge, et le second pour la langoustine et placé en aval sur la partie ventrale de la rallonge (reproduit de Meillat et al., 2011)..... 53

Figure II.2.10. Schéma de l'association d'un panneau à mailles carrées règlementaire pour la sélectivité du merlu et d'une grille sélective « inversée » telle que testée au cours du programme SPD (reproduit de Méhault, 2011). 55

Figure II.2.11. Schéma de l'association d'un panneau à mailles carrées règlementaire pour la sélectivité du merlu et d'un cylindre à mailles carrées tel que testé au cours du programme SPD (reproduit de Méhault, 2011). 56

Figure II.2.12. Schéma de l'association de la grille sélective inversée à un cylindre à mailles carrées composé de 2 maillages distincts et à un panneau à mailles carrées destiné à la sélectivité des langoustines (reproduit de Meillat et al., 2011)..... 56

Figure II.2.13. Représentation du principe d'action du dispositif RES (reproduit de Meillat et al., 2011). 57

Figure II.2.14. De gauche à droite, représentation modélisée de l'ouverture d'un cul de chalut à 8 ralingues courtes en pêche, cul de chalut à 8 ralingues courtes, et cul de chalut monté en T90 (modifié de Meillat et al., 2011) 58

Figure II.3.1. Le chalut sélectif à crevettes Asselin. (Illustration reproduite de Deschamps et al., 2003) 64

Figure II.3.2. Chalut Asselin muni d'un panneau à mailles carrées situé en amont du gorget. (Illustration reproduite de Vacherot et al., 1998)..... 66

Figure II.3.3. Représentation du chalut Asselin muni d'une nappe sélective en mailles carrées de 22 mm de côté de maille. (Illustration reproduite de Meillat et al., 2008)..... 67

Figure II.3.4. Le chalut sélectif à crevettes Devismes. (Illustration reproduite de Deschamps et al., 2003) 68

Figure II.3.5. Essai d'un chalut à crevettes hybride, recroisant les principes de fonctionnement des chaluts Devismes et Asselin. (Illustration reproduite de Meillat et al., 2008) 69

Figure II.4.1. A gauche : grille à lotte en aluminium à barreaux croisés de 110*50 mm, ici présentée dans sa version articulée en 3 volets reliées par des ressorts (modifié de Meillat et al., 1998). A droite : représentation du montage de la grille à baudroie en amont du cul de chalut (reproduit de Dupouy et al., 2001)..... 78

Figure II.4.2. La grille SAUPLIMOR, en aluminium et articulée en 2 volet (reproduit de Anonyme, 2001). 80

Figure II.4.3. Montage d'une grille sélective placée dans la rallonge du chalut pour la flottille des chalutiers mixtes du Nord-Pas de Calais (A) seule (une configuration identique où rallonge, dispositif et cul de chalut subissent une rotation de 180° par rapport au plan horizontal du chalut a également été testée), (B) associée à un voile de guidage placé en amont, (C) associée à une nappe élévatrice placée en amont, et (D) associée à une deuxième grille sélective et disposées en « chicane ». Les chiffres indiquent le nombre de mailles composant la longueur de chaque section. Une configuration identique où rallonge, dispositif et cul de chalut subissent une rotation de 180° par rapport au plan horizontal du chalut a également été testée. (Reproduit de Anonyme, 2001) 81

Figure II.4.4. Illustration du montage de la grille sélective conçue pour le programme SELECMER (reproduit de Leonardi, 2009) 83

Figure II.4.5. Représentation du montage des panneaux à mailles carrées testés au cours du programme SELECMER (reproduit de Leonardi, 2009). A droite : le PMC « merlu » modifié. A gauche : ajout d'un deuxième PMC dans le gorget. 85

Figure II.4.6. Vue du chalut à grandes mailles. Les maillages indiquées sont en maille étirée (reproduit de Viera, 2010b). 90

Figure II.4.7. Présentation des deux dispositifs de grilles sélectives testés au cours du programme SELECCAB et des deux grilles spécialement réalisées pour le programme : la grille à cabillaud (en haut) et la grille mixte (en bas) (reproduit de Viera, 2010a) 93

Figure II.4.8. Dispositif sélectif constitué d'un CMC, en maille de 80 mm et 2 m de long, associé à la grille SELECMER (voir Figure II.4.4), testé à bord des chalutiers démersaux ≥18 m de Manche Est-mer du Nord au cours du programme SELECFISH (reproduit de Weiller et al., 2014). 95

Figure II.4.9. Dispositif sélectif constitué d'un CMC, en maille de 80 mm et 2 m de long, associé à une grille SAUPLIMOR aux barreaux verticaux espacés de 30 mm (voir Figure II.4.4), testé à bord des chalutiers démersaux de Manche Est-mer du Nord <18 m au cours du programme SELECFISH (reproduit de Weiller et al., 2014). 96

Figure II.4.10. Design de la grille à lotte « Sort-V » à orifices de passage circulaires développée par Maartens et al. (2002) 100

Figure II.5.1. La drague bretonne traditionnelle (à gauche), et à volet dépresseur telle qu'utilisée en baie de Saint-Brieuc depuis 1968 (à droite) (reproduit de Fifas, 1993). 105

Figure II.5.2. Représentation d'une drague anglaise (à gauche) et détail des ressorts (à droite). (Source : www.crpbn.fr) 107

Figure II.5.3. Courbe d'efficacité théorique associée à l'emploi d'une drague anglaise dans une pêcherie de coquilles Saint-Jacques (reproduit de Pitel et al., 2001) 109

Figure II.5.4. Comparaison des captures obtenues avec deux dragues anglaises équipées d'anneaux métalliques de 85 mm de diamètre pour la première (courbe pleine) et de 95 mm de diamètre pour la seconde (courbe en pointillés) (modifié de Vigneau, 1999). 109

Figure II.5.5. Comparaison des captures obtenues avec une drague anglaise (anneaux métalliques de 85 mm de diamètre) pour deux longueurs d'alèse différentes (petite : trait gras ; grande : trait fin) (modifié de Vigneau, 1999). 110

Figure II.5.6. La drague écossaise « N-Virodredge » (Filippi, 2013) 111

Figure II.5.7. Débarquements de coquille Saint-Jacques obtenus par deux navires professionnels équivalents exerçant sur fonds durs à cailloux, de Février à Avril 2013 et utilisant l'un, des dragues anglaises, et l'autre, des dragues N-Virodredge (modifié de Filippi, 2013). 111

Figure II.5.8. Niveaux de captures des espèces accessoires commerciales obtenus au cours de la comparaison des captures des dragues anglaises et écossaises (reproduit de Filippi, 2013) 112

Figure II.5.9. La drague New Bedford (reproduit de Yochum et Dupaul, 2008) 113

Figure II.5.10. Représentation et caractéristiques techniques de la drague à bivalve traditionnelle portugaise testée par Gaspar et al. (1999)..... 114

Figure II.5.11. Représentation et caractéristiques techniques de la structure métallique de la drague à patagos (Spisula solida) utilisée dans le nord du Portugal (modifié de Gaspar et al., 2003) 115

Figure II.5.12. Comparaison des captures de patagos obtenues avec deux dragues portugaises à section rectangulaire identiques à l'exception de la présence ou l'absence de dents sur la lame d'attaque. La taille minimum au débarquement (MLS) est signalée par un trait vertical (modifié de Gaspar et al., 2003)..... 116

Figure II.5.13. Les dragues à patagos portugaises comparées au cours de l'étude menée par Leitão et al. (2009). A : drague traditionnelle semi-cylindrique équipée d'une chambre grillagée en entrée (DT) ; B : drague traditionnelle rectangulaire utilisée dans le nord du Portugal (DN) ; C : drague « à grille » composée d'un cadre d'attaque semi-cylindrique et intégrant une cage métallique pour le stockage des captures (DG). (Reproduit de Leitão et al., 2009) 117

Figure II.6.1. Le chalut pélagique sélectif à thon rouge, muni de trois PMC de 450 cm de long par 240 cm de large en maillage de 400 mm (reproduit de PMA, 2011). 120

Figure II.6.2. Distribution en taille des captures totales avec le chalut témoin (en rouge) et avec le chalut sélectif (en bleu) (reproduit de PMA, 2011) 121

Figure II.6.3. Représentation graphique du dispositif expérimental (à gauche) utilisé pour estimer la sélectivité de deux types de culs de chalut, en mailles losanges ou carrées, de 36 mm, pour un chalut pélagique à hareng et courbes de sélectivité obtenues (à droite) (reproduit de Suuronen et Millar, 1992) (ma. : mailles). 122

Figure II.6.4. Six configurations de grilles sélectives pour chalut pélagique testées par van Marlen et al. (modifié de van Marlen et al., 1994) 124

Figure II.6.5. Deux systèmes de grilles sélectives et leur montage dans la rallonge d'un chalut pélagique (L=15 m), tel que testé par Kvalsvik et al. (2002). 126

Figure II.6.6. Grille flexible en polysteel (trame horizontale flexible), nylon (tubes de 20 mm Ø et de 30 cm de long) et Dynex (liens verticaux, 12 mm Ø) (reproduit de Laurenson and MacDonald, 2008).. 127

Figure II.6.7. Représentation schématique du chalut pélagique échantillonné par Skuvadal et al. (2011). Les tailles de mailles sont précisées ainsi que les surfaces d'échappement échantillonnées expérimentalement pour les quatre sections. (Reproduit de Skúvadal et al., 2011) 128

Figure II.7.1. Grille en aluminium en trois sections et montée inclinée, testée sur la senne danoise (reproduit de Isaksen, 2001). 133

Figure II.7.2. A gauche : Représentation et dimensions d'une senne coulissante de 70 mm de maille (2) munie d'un PMC de 70 mm de maille (1) ; A droite : schéma de sa mise en œuvre où sont indiqués le PMC (1), la senne (2) et la poche couvrante servant à quantifier les échappements (3) (reproduit de Gonçalves et al., 2008). 135

Figure II.7.3. Senne de plage équipée de panneaux transparents dans ses parties antérieures (reproduit de Gray et al., 2000) 137

Figure II.8.1. Différents leurres testés et exciteur de surface pour la pêche au thon germon à la ligne automatique. De gauche à droite : leurres Rapala, Spanyid et Octopus, et exciteur de surface « soft head ». (modifié de Morandeau et al., 2008) 140

Figure II.8.2. Les cinq types de leurres testés pour la capture de gadidés, de lingue et de brosme à la ligne à main automatique aux îles Shetland. A gauche, en partant d'en haut à gauche : anguilles de marque Mustard, octopus, cuillères, anguilles de marque Red Gill. A droite : leurre sonar. (modifié de Macdonald et al., 2009) 140

Figure II.8.3. Trois hameçons « J » de différentes tailles et un hameçon circulaire « C » (à gauche) testés dans une pêcherie récréative à la canne, visant les serranidés en baie de Onslow (Caroline du Nord, Etats-Unis), et performances comparés de ces quatre hameçons en termes de captures quotidiennes (à droite). Les astérisques correspondent la significativité statistique de la différence entre les groupes, avec $p<0.05$ (*) et $p<0.01$ (**). (Modifié de Bacheler et Buckel, 2004) 142

SECTION 3

Figure III.2.1. Un appât artificiel Norbait (www.norbait.com) 151

Figure III.2.2. Trois types d'appâts artificiels montés sur hameçon à large ouverture : (a) morceau de plastique, (b) et (c) : filaments de nylon (modifié de Huse et Soldal, 2000) 152

Figure III.2.3. Exemples de dégorgeoirs à poisson (source : www.delphi-peche.com)..... 157

Figure III.3.1. Structure en taille des captures de sole dans le Pas-de-Calais pour trois tailles de maille de filet trémail (Minet, 1997) 162

Figure III.3.2. Courbes de sélectivité estimées par la méthode SELECT (Millar, 1992) pour le merlu, la dorade, le rouget barbet, le tacaud, le chinchard et la roussette, pour quatre tailles de mailles de filets maillants (modifié de Fonseca, Martins, et al., 2005) 165

Figure III.3.3. (A) Courbes de sélectivité relatives de la morue de deux trémails différents par la taille de maille de la nappe interne, qui est de 45 mm pour le trémail B et de 70 mm pour le trémail C ; (B) Courbe de sélectivité absolue estimée pour un filet maillant de 39 mm de maille étirée et (C) courbe de sélectivité absolue estimée pour un trémail de 45 mm de maille étirée pour la nappe interne (modifié de Salvanes, 1991). 166

Figure III.3.4. Modes de capture (à gauche) et modélisation expérimentale selon 6 distributions statistiques de la sélectivité (à droite) d'une filière à morue (Hovgård et al., 1999)..... 167

Figure III.3.5. Structure en taille des captures de morue en mer de Barents par des filets maillants pour trois tailles de mailles différentes (en haut), et courbes de sélectivité correspondantes (en bas) ; le tableau recense les paramètres des courbes de sélectivité estimées (modifié de Huse et al., 2000). 168

Figure III.3.6. Courbes de sélectivité des filières à sole danoises pour la plie (mode de gauche), la sole (mode central) et la morue (mode de droite). Trois méthode d'estimation de la probabilité de rétention sont proposées : par la méthode du maximum de vraisemblance restreinte (REML) en intégrant la variabilité inter-opérations de pêche (trait gras), par la méthode du maximum de vraisemblance restreinte (REML) pour l'ensemble des résultats sans prendre en compte la variabilité inter-opérations de pêche (trait en pointillé) et par la méthode du maximum de vraisemblance (trait fin). (reproduit de Madsen, Holst, et al., 1999) 170

Figure III.3.7. Etude de sélectivité du hareng par les filets maillants pour différentes tailles de mailles. A gauche : évolution de la valeur du rapport circonférence/périmètre en fonction de la taille de maille ; A droite : sélectivité normalisée en fonction du maximum de la valeur du rapport circonférence/périmètre (50.8 mm, 57.2 mm, 63.5 mm, 69.9 mm et 76.2 mm). 171

Figure III.3.8. Courbes de sélectivité obtenues pour la morue capturée au filet maillant en mer Baltique pour deux épaisseurs de fil (modifié de Holst et al., 2002)..... 172

Figure III.3.9. Descriptif technique des deux filets comparés par Aydın et al. (2008), l'un en PA monofilament et l'autre en PA multifilament (E : rapport d'armement, Pb : lest, Pl : flotteurs). 173

Figure III.4.1. Exemple de nasse rectangulaire développée dans le cadre du programme ITIS. Le modèle représenté, ITIS n°3, est muni d'un déflecteur (partie rectangulaire à gauche) et d'une poche de récupération à effet DCP (à droite). (Reproduit de Méhault et al., 2010) 179

Figure III.4.2. Exemple de nasse cylindrique adaptée aux zones à fort courant et développée dans le cadre du programme ITIS. (Reproduit de Méhault et al., 2010) 180

Figure III.4.3. Structure en taille des captures de tacaud obtenues avec les nasses ITIS 1 (en bleu) et ITIS 5 (en mauve). (Reproduit de Méhault et al, 2010)..... 181

Figure III.4.4. Nasses testées entre 2010 et 2011 par l'Ifremer (reproduit de Méhault et al., 2012). 183

Figure III.4.5. Représentation des types de nasses à poissons testées au cours du programme Fish 2 EcoEnergy. Les flèches indiquent la position des goulottes d'entrée dans la nasse (modifié de Méhault et Morandeau, 2015). 185

Figure III.4.6. Représentation schématique des différentes nasses testées pour la capture de la légine australe au cours du programme ORCASAV. Les mesures sont exprimées en mètre (Bavouzet et al, 2011)..... 189

Figure III.4.7. Structure en taille des captures de légine australe réalisées à la palangre (en haut) et à la nasse (en bas) au cours du programme ORCASAV (modifié de Bavouzet et al, 2011). 190

Figure III.4.8. Casiers à langoustines. De gauche à droite : casier écossais, casier pliant à deux chambres et casier pliant à 1 chambre. Les deux derniers modèles ont été conçus au cours du programme ITIS (Reproduit de Méhault et al., 2010)..... 191

Figure III.4.9. La nasse à morue surélevée (modifiée de Furevik et al., 2008)..... 192

Figure III.4.10. Captures de morue obtenues à la nasse de fond et à la nasse flottante lors des essais de nasse flottante en mer de Barents (Furevik et al., 2008)..... 192

Figure III.4.11. La nasse à morue flottante à 2 chambres, une entrée et équipée d'un PMC pour l'une de ses faces (modifié de Ovegård et al., 2011) 193

Figure III.4.12. Courbes (à gauche) et paramètres de sélectivité (à droite) associées à l'usage de nasses à morue équipées de PMC de trois tailles de maille différentes (40 mm, 45 mm et 50 mm). Les moustaches entourant les estimations de L50 et de SR pour chaque taille de maille correspondent aux intervalles de confiance à 95%. (Modifié d'Ovegård et al., 2011) 194

Figure III.4.13. Nasse à civelle (a) traditionnel espagnol et (b) sélectif muni d'un cylindre à mailles carrées (CMC) (modifié de Lopez et Gisbert, 2009) 196

Figure III 4.14. Quatre types de pot à poulpe utilisés régulièrement par les pêcheurs espagnol du golfe de Cadix (modifié de Sobrino et al., 2011). 196

Figure III.4.15. Composition des captures en poids par type de pot (à gauche) et courbe de sélectivité relative correspondante (à droite) (BR : pot de fleur en argile ; BL : pot tubulaire en argile ; PIN : pot incliné en plastique ; PL : pot tubulaire en plastique) (modifié de Sobrino et al., 2011)..... 197

Figure III.4.16. Dispositifs de piège pour la capture du hareng en mer Baltique associant un piège constitué d'ailes maillées et d'un adaptateur, et une « nasse ou chambre à ponton » à 2 chambres pour concentrer les prises. Deux dispositifs sélectifs ont été testés pour améliorer la sélectivité de nasses : des grilles droites et des grilles circulaires. (Lundin, Ovegård, et al., 2011; Lundin, Calamnius, et al., 2011)..... 198

SECTION 4

Aucune entrée de table d'illustration n'a été trouvée.

BIBLIOGRAPHIE

Afonso A.S., Hazin F.H.V., Carvalho F., Pacheco J.C., Hazin H., Kerstetter D.W., Murie D., Burgess G.H., 2011. Fishing gear modifications to reduce elasmobranch mortality in pelagic and bottom longline fisheries off Northeast Brazil. Fish. Res., 108, 336‑343.

Alós J., Arlinghaus R., Palmer M., March D., Álvarez I., 2009. The influence of type of natural bait on fish catches and hooking location in a mixed-species marine recreational fishery, with implications for management. Fish. Res., 97, 270‑277.

Alós J., Palmer M., Grau A.M., Deudero S., 2008. Effects of hook size and barbless hooks on hooking injury, catch per unit effort, and fish size in a mixed-species recreational fishery in the western Mediterranean Sea. ICES J. Mar. Sci. J. Cons., 65, 899‑905.

AMOP, 2015a. Le projet REPAST. amop. Consultable : http://www.amop.fr/le-projet-repast/ [Consulté le 4 septembre 2015].

AMOP, 2015b. Le projet SELPAL, Comité de pilotage n° 3 : Relevé de conclusion du jeudi 29 janvier 2015. Sète,

AMOP, 2015c. Projet REPAST, Comité de pilotage n°1 : Relevé de conclusions du jeudi 29 janvier 2015. Sète,

AMOP, 2015d. Projet SELPAL: Sélectivité de la flottille palangrière française ciblant le thon rouge dans le golfe du Lion. Proj. SELPAL. Consultable : http://amop-selpal.com/index.php/a-propos [Consulté le 19 août 2015].

Anonyme, 2001. SAUPLIMOR Rapport de Synthèse. Ifremer,

Antoine L., Danel P., 1992. Captures comparées de deux types de filets dérivants en 1991: premiers résultats. Rec Doc Sci ICCAT, 39, 241–246.

Arlinghaus R., Cooke S.J., Lyman J., Policansky D., Schwab A., Suski C., Sutton S.G., Thorstad E.B., 2007. Understanding the Complexity of Catch-and-Release in Recreational Fishing: An Integrative Synthesis of Global Knowledge from Historical, Ethical, Social, and Biological Perspectives. Rev. Fish. Sci., 15, 75‑167.

Ateş C., Deval M.C., Bök T., Tosunoğlu Z., 2010. Selectivity of diamond (PA) and square (PE) mesh codends for commercially important fish species in the Antalya Bay, eastern Mediterranean. J. Appl. Ichthyol., 26, 465‑471.

Aydin C., Tokaç A., Ulaş A., Maktay B., Şensurat T., 2011. Selectivity of 40 mm square and 50 mm diamond mesh codends for five species in the Eastern Mediterranean demersal trawl fishery. Afr. J. Biotechnol., 10, 5037‑5047.

Aydın C., Tosunoğlu Z., 2010. Selectivity of diamond, square and hexagonal mesh codends for Atlantic horse mackerel Trachurus trachurus, European hake Merluccius merluccius, and greater forkbeard Phycis blennoides in the eastern Mediterranean. J. Appl. Ichthyol., 26, 71‑77.

Aydın İ., Gökçe G., Metin C., 2008. The effects of netting twine on discard rates of commercial red mullet gillnets in Izmir Bay. Turk. J. Fish. Aquat. Sci., 8.

Bacheler N.M., Buckel J.A., 2004. Does hook type influence the catch rate, size, and injury of grouper in a North Carolina commercial fishery? Fish. Res., 69, 303‑311.

Bahamon N., Sardà F., Suuronen P., 2007. Selectivity of flexible size-sorting grid in Mediterranean multispecies trawl fishery. Fish. Sci., 73, 1231‑1240.

Bartholomew A., Bohnsack J.A., 2005. A Review of Catch-and-Release Angling Mortality with Implications for No-take Reserves. Rev. Fish Biol. Fish., 15, 129‑154.

Bavouzet G., Duhamel G., Klinoo J.-P., Gasco N., Morandeau F., Roullot J., 2011. Campagne innovant de opeche aux casiers dans la ZEE de Crozet pour lutter contre la déprédation des orques et la mortalité aviaire.

Bayse S.M., He P., Pol M.V., Chosid D.M., 2014. Quantitative analysis of the behavior of longfin inshore squid (Doryteuthis pealeii) in reaction to a species separation grid of an otter trawl. Fish. Res., 152, 55‑61.

Bertrand J., 1988. Selectivity of hooks in the handline fishery of the Saya de Malha banks (Indian Ocean). Fish. Res., 6, 249‑255.

Beutel D., Skrobe L., Castro K., Ruhle Sr. P., Ruhle Jr. P., O'Grady J., Knight J., 2008. Bycatch reduction in the Northeast USA directed haddock bottom trawl fishery. Fish. Res., 94, 190‑198.

Brabant J.-C., 1979. Comparaison de la sélectivité entre trémails et chaluts à perche pour la sole. Ifremer, Boulogne sur Mer,

Brabant J.-C., 1974. Le chalut sélectif Devismes pour la pêche des crevettes. Sci. Pêche Bull Instr Pêch. Marit, 236, 1‑14.

Brabant J.-C., Delpech J.-P., Dufour J.-L., Garrent F., 2001. Essais d'un chalut avec fenêtre à mailles carrées en mer du Nord. Ifremer,

Brabant J.-C., Guillou, 1976. Experience de sélectivité d'un chalut de pêche artisanale dans le Golfe de Gascogne. CIEM,

Branstetter S., Musick J.A., 1993. Comparisons of Shark Catch Rates on Longlines Using Rope/Steel (Yankee) and Monofilament Gangions. Mar. Fish. Rev., 55, 4‑9.

Broadhurst M.K., Kangas M.I., Damiano C., Bickford S.A., Kennelly S.J., 2002. Using composite square-mesh panels and the Nordmøre-grid to reduce bycatch in the Shark Bay prawn-trawl fishery, Western Australia. Fish. Res., 58, 349‑365.

Bryhn A.C., Königson S.J., Lunneryd S.-G., Bergenius M.A.J., 2014. Green lamps as visual stimuli affect the catch efficiency of floating cod (Gadus morhua) pots in the Baltic Sea. Fish. Res., 157, 187‑192.

Buestel D., Dao J., Gohin, Francis, 1985. Estimation d'un stock naturel de coquille Saint Jacques par une méthode combinant les dragages et la plongée. Traitement des résultats par une méthode géostatistique. s. n., 19 p. p.

Bullough L.W., Napier I.R., Laurenson C.H., Riley D., Fryer R.J., Ferro R.S.T., Kynoch R.J., 2007. A year-long trial of a square mesh panel in a commercial demersal trawl. Fish. Res., 83, 105‑112.

Caddy J.F., 1971. Efficiency and selectivity of the Canadian offshore scallop dredge. ICES,

Caddy J.F., 1968. Underwater Observations on Scallop (Placopecten magellanicus) Behaviour and Drag Efficiency. J. Fish. Res. Board Can., 25, 2123‑2141.

Campbell M.D., Pollack A.G., Driggers W.B., Hoffmayer E.R., 2014. Estimation of Hook Selectivity of Red Snapper and Vermilion Snapper from Fishery-Independent Surveys of Natural Reefs in the Northern Gulf of Mexico. Mar. Coast. Fish., 6, 260‑273.

Campbell R., Harcus T., Weirman D., Fryer R.J., Kynoch R.J., O'Neill F.G., 2010. The reduction of cod discards by inserting 300 mm diamond mesh netting in the forward sections of a trawl gear. Fish. Res., 102, 221‑226.

Campos A., Fonseca P., 2004. The use of separator panels and square mesh windows for by-catch reduction in the crustacean trawl fishery off the Algarve (South Portugal). Fish. Res., 69, 147‑156.

Campos A., Fonseca P., Erzini K., 2003. Size selectivity of diamond and square mesh cod ends for four by-catch species in the crustacean fishery off the Portuguese south coast. Fish. Res., 60, 79‑97.

Campos A., Fonseca P., Erzini K., 2002. Size selectivity of diamond and square mesh cod ends for rose shrimp (Parapenaeus longirostris) and Norway lobster (Nephrops norvegicus) off the Portuguese south coast. Fish. Res., 58, 281‑301.

Carruthers E.H., Neilson J.D., Smith S.C., 2011. Overlooked bycatch mitigation opportunities in pelagic longline fisheries: Soak time and temperature effects on swordfish (Xiphias gladius) and blue shark (Prionace glauca) catch. Fish. Res., 108, 112‑120.

Carruthers E.H., Neis B., 2011. Bycatch mitigation in context: Using qualitative interview data to improve assessment and mitigation in a data-rich fishery. Biol. Conserv., 144, 2289‑2299.

Carruthers E.H., Schneider D.C., Neilson J.D., 2009. Estimating the odds of survival and identifying mitigation opportunities for common bycatch in pelagic longline fisheries. Biol. Conserv., 142, 2620‑2630.

Casey J., Nicholson M.D., Warnes S., 1992. Selectivity of square mesh codends of pelagic trawls for Atlantic mackerel (Scomber scombrus L.). Fish. Res., 13, 267‑279.

Catchpole T.L., Revill A.S., 2008. Gear technology in Nephrops trawl fisheries. Rev. Fish Biol. Fish., 18, 17‑31.

Catchpole T.L., Revill A.S., Dunlin G., 2006. An assessment of the Swedish grid and square-mesh codend in the English (Farn Deeps) Nephrops fishery. Fish. Res., 81, 118‑125.

Catchpole T.L., Revill A.S., Innes J., Pascoe S., 2008. Evaluating the efficacy of technical measures: a case study of selection device legislation in the UK Crangon crangon (brown shrimp) fishery. ICES J. Mar. Sci. J. Cons., 65, 267‑275.

CE, 2014. Proposition de règlement du parlement européen et du conseil prévoyant une interdiction de la pêche au filet dérivant, modifiant les règlements (CE) n° 850/98, (CE) n° 812/2004, (CE) n° 2187/2005 et (CE) n° 1967/2006 du Conseil et abrogeant le règlement (CE) n° 894/97 du Conseil.

CE, 2006. Règlement (CE) n° 1967/2006 du Conseil du 21 décembre 2006 concernant des mesures de gestion pour l'exploitation durable des ressources halieutiques en Méditerranée et modifiant le règlement (CEE) n° 2847/93 et abrogeant le règlement (CE) n° 1626/94. J. Off. L'Union Eur. L, 406, 9‑80.

CE, 2009. Règlement No 43/2009 du Conseil du 16 janvier 2009 établissant, pour 2009, les possibilités de pêche et les conditions associées pour certains stocks halieutiques et groupes de stocks halieutiques, applicables dans les eaux communautaires et, pour les navires communautaires, dans les eaux soumises à des limitations de capture. J. Off. L'Union Eur. L, 22, 1‑205.

CE, 2005. Règlement No 51/2006 du Conseil du 22 décembre 2005 établissant, pour 2006, les possibilités de pêche et les conditions associées pour certains stocks halieutiques et groupes de stocks halieutiques, applicables dans les eaux communautaires et, pour les navires communautaires, dans les eaux soumises à des limitations de capture. J. Off. L'Union Eur. L, 16, 203.

CE, 1998. Règlement 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. J. Off. L'Union Eur. L, 125, 1‑36.

CE, 2008. Règlement No 1342/2008 du Conseil du 18 décembre 2008 établissant un plan à long terme pour les stocks de cabillaud et les pêcheries exploitant ces stocks et abrogeant le règlement (CE) no 423/2004. J. Off. L'Union Eur. L, 348, 20‑34.

Chapman C., Mason J., Kinnear J., 1977. Diving Observations on the Efficiency of Dredges Used in the Scottish Fishery for the Scallop, Pecten Maximus (L.). Department of agriculture and fisheries for Scotland,

Charuau A., 1988. Compte-rendu de l'expérience sur le chalut « selectif » à langoustine à bord du RORQUAL II du 30 mai au 18 juin 1988. Ifremer, Lorient,

Charuau A., 1985. Expérimentation d'un chalut séparant la langoustine (Nephrops norvegicus) du poisson. CIEM,

Charuau A., 1978. Nouvelles données sur la sélectivité des chaluts en polyamide dans la pêche de la langoustine. CIEM,

Charuau A., Meillat M., Morandeau F., Vacherot J.-P., 1991. Compte-Rendu de Mission « Selectivité des Fenêtres à Mailles Carrées » à bord du NO Gwen-Drez du 4/11 au 16/11/1991. Ifremer,

Charuau A., Meillat M., Morandeau F., Vacherot J.-P., 1992. Compte-Rendu de Mission « Selectivité des Fenêtres à Mailles Carrées » à bord du NO Gwen-Drez du 4/11 au 16/11/1992. Ifremer,

CIEM, 2006. Report of the ICES-FAO Working Group on Fishing Technology and Fish Behaviour. ICES, Rome, Italy,

CIEM, 2005. Report of the ICES-FAO Working Group on Fishing Technology and Fish Behaviour (WGFTFB). ICES, Rome, Italy,

CIEM, 1984. Report of the Working Group on Fishing Technology and Fish Behaviour. ICES, Rome, Italy,

CIEM, 2015. Second Interim Report of ICES-FAO Working Group on Fishing Technology and Fish Behaviour (WGFTFB). ICES, Lisbon, Portugal,

CIEM W., 2010. FTFB Working Group on Fishing Technology and Fish Behaviour (2010). Rep. ICES-FAO Work. Group Fish. Technol. Fish Behav. WGFTFB.

Clarke S., Sato M., Small C., Sullivan B., Inoue Y., Ochi D., 2014. Bycatch in longline fisheries for tuna and tuna-like species: a global review of status and mitigation measures. FAO, Rome, Italy,

CNPMEM, 2004. Rapport final du programme d'Amelioration de la Sélectivité des Chaltus du Golfe de Gascogne. Comité National des Pêches Maritimes et des Elevages Marins, Paris,

Coelho R., Erzini K., Bentes L., Correia C., Lino P.G., Monteiro P., Ribeiro J., Gonçalves J.M., 2005. Semi-pelagic longline and trammel net elasmobranch catches in southern Portugal: catch composition, catch rates and discards. J. Northwest Atl. Fish. Sci., 35, 531–537.

Coelho R., Santos M.N., Amorim S., 2012. Effects of Hook and Bait on Targeted and Bycatch Fishes in an Equatorial Atlantic Pelagic Longline Fishery. Bull. Mar. Sci., 88, 449‑467.

Condie H.M., Grant A., Catchpole T.L., 2014. Incentivising selective fishing under a policy to ban discards; lessons from European and global fisheries. Mar. Policy, 45, 287‑292.

Cooke S.J., Suski C.D., 2004. Are circle hooks an effective tool for conserving marine and freshwater recreational catch-and-release fisheries? Aquat. Conserv., 14, 299.

Cooke S.J., Suski C.D., 2005. Do we need species-specific guidelines for catch-and-release recreational angling to effectively conserve diverse fishery resources? Biodivers. Conserv., 14, 1195‑1209.

Cooke S.J., Wilde G.R., 2007. The Fate of Fish Released by Recreational Anglers. In : Springer Netherlands (Eds), By-catch Reduction in the World's Fisheries, 181‑234. Reviews: Methods and Technologies in Fish Biology and Fisheries. Consultable : http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4020-6078-6_7 [Consulté le 25 août 2015].

Cook R.M., Reeves S.A., 1996. A comparison of the selectivity parameters of scottish demersal seines and trawls estimated from commercial catches and designed experiments. ICES, Consultable : http://www.ices.dk/sites/pub/CM%20Doccuments/1996/D/1996_D10.pdf [Consulté le 28 mai 2015].

Coopération Maritime - Conseil et services, SCAPÊCHE, IFREMER, IMR Bergen, 2014. PASAMER : Palangre automatique pour le sabre et le merlu. Dossier de proposition d'un projet. France Fillière pêche,

Cornou A.-S., Dimeet J., Tetard A., Gaudou O., Dube B., Fauconnet L., Rochet M.-J., 2013. Observations à bord des navires de pêche professionnelle. Bilan de l'échantillonnage 2012. Ifremer,

Cornou A.-S., Dimeet J., Tetard A., Gaudou O., Quinio-Scavinner M., Fauconnet L., Dube B., Rochet M.-J., 2015. Observations à bord des navires de pêche professionnelle. Bilan de l'échantillonnage 2013. Ifremer, Consultable : http://dx.doi.org/10.13155/35856.

Craven H.R., Brand A.R., Stewart B.D., 2013. Patterns and impacts of fish bycatch in a scallop dredge fishery. Aquat. Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst., 23, 152‑170.

Dardignac J., Lozano-Cabo F., Lima-Dias M., Meriel-Bussy P., 1968. Sélectivité de divers maillages dans la pêche au merlu. Résultats préliminaires d'une campagne dans la région III (Juin, Jullet, 1967). ICES,

Dayton P.K., Thrush S.F., Agardy M.T., Hofman R.J., 1995. Environmental effects of marine fishing. Aquat. Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst., 5, 205‑232.

Deschamps G., 2009. Les filets maillants. Editions Quae, 274 p.

Deschamps G., Dremière P.-Y., George J.P., Meillat M., Morandeau F., Théret F., Biseau A., 2003. Les chaluts. Editions Quae, 148 p.

Deschamps G., Morandeau F., Arzel P., Meillat M., Doron J.-P., Guégan F., Bellail R., Biseau A., Larnaud P., 2005. Les lignes. Pêche professionnelle en mer et pêche de loisir.Ifremer., 252 p.

Deval M.C., Bök T., Ates C., Özbilgin H., 2006. Selectivity of PE and PA material codends for rose shrimp (Parapenaus longirostris) in Turkish twin rigged beam trawl fishery. Fish. Res., 81, 72‑79.

Dremiere P.-Y., Burgaud L., 1992. Sélectivité des chaluts à 4 faces en Méditerranée. Rapport d'étude d'avant-projet, 1992. Consultable : http://archimer.ifremer.fr/doc/00000/3930/ [Consulté le 31 août 2015].

Drewery J., Bova D., Kynoch R.J., Edridge A., Fryer R.J., O'Neill F.G., 2010. The selectivity of the Swedish grid and 120 mm square mesh panels in the Scottish Nephrops trawl fishery. Fish. Res., 106, 454‑459.

Dupouy H., 1978. Etude comparée des dragues à coquille Saint-Jacques.

Dupouy H., 1982. Etude comparée des dragues à coquille Saint-Jacques utilisées en France. Pêche Marit., 61, 213–218.

Dupouy H., Avrilla A.M., Fifas S., Kergoat B., Morizur Y., Pennober J.., Rivoalen J.-J., 1993. Les baudroies ou lottes, espèces majeures de la pêche française: situation et perspectives. Ifremer,

Dupouy H., Meillat M., Kergoat B., Rivoalen J.-J., 2001. Une solution à la mésexploitation des espèces benthiques : le chalut à grille sélective pour la protection des juvéniles d'espèces benthiques. Ifremer, Lorient,

Dupouy H., Vacherot J.-P., Meillat M., 1997. Comment épargner les juvéniles de sole et de gadidés dans la pêcherie crevettière : expériences de chalut sélectif en baie de Vilaine, première partie. Ifremer,

Echwikhi K., Jribi I., Bradai M.N., Bouain A., 2010. Effect of type of bait on pelagic longline fishery–loggerhead turtle interactions in the Gulf of Gabes (Tunisia). Aquat. Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst., 20, 525‑530.

Eigaard O.R., Herrmann B., Rasmus Nielsen J., 2012. Influence of grid orientation and time of day on grid sorting in a small-meshed trawl fishery for Norway pout (*Trisopterus esmarkii*). Aquat. Living Resour., 25, 15‑26.

Eigaard O.R., Holst R., 2004. The effective selectivity of a composite gear for industrial fishing: a sorting grid in combination with a square mesh window. Fish. Res., 68, 99‑112.

Engås A., Jørgensen T., West C.W., 1998. A species-selective trawl for demersal gadoid fisheries. ICES J. Mar. Sci. J. Cons., 55, 835‑845.

Erzini K., Gonçalves J., Bentes L., Lino P.G., Ribeiro J., Stergiou K.I., 2003. Quantifying the roles of competing static gears: comparative selectivity of longlines and monofilament gill nets in a multi-species fishery of the Algarve (southern Portugal). Sci. Mar., 67, 341–352.

Erzini K., Gonçalves J.M.S., Bentes L., Lino P.G., Cruz J., 1996. Species and size selectivity in a Portuguese multispecies artisanal long-line fishery. ICES J. Mar. Sci. J. Cons., 53, 811‑819.

Erzini K., Gonçalves J.M.S., Bentes L., Lino P.G., Ribeiro J., 1998. Species and size selectivity in a 'red' sea bream longline 'métier' in the Algarve (southern Portugal). Aquat. Living Resour., 11, 1–11.

Erzini K., Gonçalves J.M.S., Bentes L., Moutopoulos D.K., Casal J.A.H., Soriguer M.C., Puente E., Errazkin L.A., Stergiou K.I., 2006. Size selectivity of trammel nets in southern European small-scale fisheries. Fish. Res., 79, 183‑201.

Feekings J., Lewy P., Madsen N., 2013. The effect of regulation changes and influential factors on Atlantic cod discards in the Baltic Sea demersal trawl fishery. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 70, 534‑542.

Ferro R.S.T., Jones E.G., Kynoch R.J., Fryer R.J., Buckett B.-E., 2007. Separating species using a horizontal panel in the Scottish North Sea whitefish trawl fishery. ICES J. Mar. Sci. J. Cons., 64, 1543‑1550.

Fifas S., 1993. Analyse et modelisation des parametres d'exploitation du stock de coquilles saint-jacques (pecten maximus, l.) en baie de saint-brieuc (manche ouest, france). Consultable : http://archimer.ifremer.fr/doc/00000/1518/ [Consulté le 16 juillet 2015].

Fifas S., Berthou P., 1999. An efficiency model of a scallop (Pecten maximus, L.) experimental dredge: Sensitivity study. ICES J. Mar. Sci. J. Cons., 56, 489‑499.

Fifas S., Vigneau J., Lart W., 2004. Some aspects of modelling scallop (Pecten maximus, L.) dredge efficiency and special reference to dredges with depressor plate (English Channel, France). J. Shellfish Res., 23, 611–620.

Figarède B., 2009. Programme Sélectivité et Pêche Durable: Etude d'impact à court terme d'une augmentation de maillage pour la flottille chalutière de la Côtinière. AGLIA, Lorient,

Figarède B., Delamare A., 2011. Projet PRESPO volet 1 et 2. AGLIA,

Filippi T., 2013. Projet N-Virodredge – Etude technique comparative entre la drague anglaise et la drague écossaise N-Virodredge à partir de marées commerciales et scientifiques. OPBN,

Fonseca P., Campos A., Garcia A., Cardador F., Meixide M., Meillat M., Morandeau F., 1999. Trawl Selectivity Studies in Region 3 - TRASEL. Progress report for the periode 01-02-1998 to 31-01-1999.

Fonseca P., Campos A., Mendes B., Larsen R.B., 2005. Potential use of a Nordmøre grid for by-catch reduction in a Portuguese bottom-trawl multispecies fishery. Fish. Res., 73, 49‑66.

Fonseca P., Campos A., Millar R.B., 2007. Codend selection in the deep-water crustacean trawl fishery in Portuguese southern waters. Fish. Res., 85, 49 ‑ 60.

Fonseca P., Martins R., Campos A., Sobral P., 2005. Gill-net selectivity off the Portuguese western coast. Fish. Res., 73, 323‑339.

Foucher E., Tetard A., Abellard O., 2000. Essai d'un chalut sélectif pour pêche à la crevette grise en estuaire de Seine. Ifremer, Port- en- Bessin,

Franco J.M., Bjordal Å., Løkkeborg S., 1987. Synergistic effects of different baits on the same hook in the longline fishery for hake (Merluccius merluccius) and torsk (Brosme brosme). ICES, Consultable : http://brage.bibsys.no/xmlui/handle/11250/104274 [Consulté le 7 septembre 2015].

Frandsen R.P., Herrmann B., Madsen N., Krag L.A., 2011. Development of a codend concept to improve size selectivity of Nephrops (Nephrops norvegicus) in a multi-species fishery. Fish. Res., 111, 116 ‑ 126.

Frandsen R.P., Holst R., Madsen N., 2009. Evaluation of three levels of selective devices relevant to management of the Danish Kattegat–Skagerrak Nephrops fishery. Fish. Res., 97, 243‑252.

Frandsen R.P., Madsen N., Krag L.A., 2010. Selectivity and escapement behaviour of five commercial fishery species in standard square- and diamond-mesh codends. ICES J. Mar. Sci. J. Cons. Consultable : http://icesjms.oxfordjournals.org/content/early/2010/05/27/icesjms.fsq050.abstract.

Fryer R.J., 1991. A model of between-haul variation in selectivity. ICES J. Mar. Sci. J. Cons., 48, 281‑290.

Furevik D.M., Humborstad O.-B., Jørgensen T., Løkkeborg S., 2008. Floated fish pot eliminates bycatch of red king crab and maintains target catch of cod. Fish. Res., 92, 23‑27.

Gaspar M.B., Castro M., Monteiro C.C., 1999. Effect of tooth spacing and mesh size on the catch of the Portuguese clam and razor clam dredge. ICES J. Mar. Sci. J. Cons., 56, 103‑110.

Gaspar M.B., Castro M., Monteiro C.C., 1998. Influence of tow duration and tooth length on the number of damaged razor clams Ensis siliqua. Mar. Ecol. Prog. Ser., 169, 303‑305.

Gaspar M.B., Chícharo L.M., 2007. Modifying dredges to reduce by-catch and impacts on the benthos. In : Springer Netherlands (Eds), By-catch Reduction in the World's Fisheries, 95‑140. Reviews: Methods and Technologies in Fish Biology and Fisheries. Consultable : http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4020-6078-6_5 [Consulté le 21 mai 2015].

Gaspar M.B., Leitão F., Santos M.N., Sobral M., Chícharo L., Chícharo A., Monteiro C.C., 2003. Size selectivity of the Spisula solida dredge in relation to tooth spacing and mesh size. Fish. Res., 60, 561‑568.

George J.-P., Nédélec C., 1991. Dictionnaire des engins de pêche: Index en six langues.

Gilman E., Kobayashi D., Swenarton T., Brothers N., Dalzell P., Kinan-Kelly I., 2007. Reducing sea turtle interactions in the Hawaii-based longline swordfish fishery. Biol. Conserv., 139, 19-28.

Gisbert E., López M.A., 2008. Impact of glass eel fishery on by-catch fish species: a quantitative assessment. Hydrobiologia, 602, 87-98.

Gonçalves J.M.S., Bentes L., Monteiro P., Coelho R., Corado M., Erzini K., 2008. Reducing discards in a demersal purse-seine fishery. Aquat. Living Resour., 21, 135-144.

Gonçalves J.M.S., Stergiou K.I., Hernando J.A., Puente E., Moutopoulos D.K., Arregi L., Soriguer M.C., Vilas C., Coelho R., Erzini K., 2007. Discards from experimental trammel nets in southern European small-scale fisheries. Fish. Res., 88, 5-14.

Graham N., 2003. By-catch reduction in the brown shrimp, Crangon crangon, fisheries using a rigid separation Nordmøre grid (grate). Fish. Res., 59, 393-407.

Graham N., Fryer R.J., 2006. Separation of fish from Nephrops norvegicus into a two-tier cod-end using a selection grid. Fish. Res., 82, 111-118.

Graham N., Kynoch R.J., 2001. Square mesh panels in demersal trawls: some data on haddock selectivity in relation to mesh size and position. Fish. Res., 49, 207-218.

Graham N., Kynoch R.J., Fryer R.J., 2003. Square mesh panels in demersal trawls: further data relating haddock and whiting selectivity to panel position. Fish. Res., 62, 361-375.

Graham N., O'Neill F.G., Fryer R.J., Galbraith R.D., Myklebust A., 2004. Selectivity of a 120 mm diamond cod-end and the effect of inserting a rigid grid or a square mesh panel. Fish. Res., 67, 151-161.

Grati F., Bolognini L., Domenichetti F., Fabi G., Polidori P., Santelli A., Scarcella G., Spagnolo A., 2015. The effect of monofilament thickness on the catches of gillnets for common sole in the Mediterranean small-scale fishery. Fish. Res., 164, 170-177.

Gray C.A., Larsen R.B., Kennelly S.J., 2000. Use of transparent netting to improve size selectivity and reduce bycatch in fish seine nets. Fish. Res., 45, 155-166.

Grimaldo E., Larsen R.B., Holst R., 2007. Exit Windows as an alternative selective system for the Barents Sea Demersal Fishery for cod and haddock. Fish. Res., 85, 295-305.

Grimaldo E., Larsen R.B., Sistiaga M., Madsen N., Breen M., 2009. Selectivity and escape percentages during three phases of the towing process for codends fitted with different selection systems. Fish. Res., 95, 198 - 205.

Grimaldo E., Sistiaga M., Larsen R.B., 2008. Evaluation of codends with sorting grids, exit windows, and diamond meshes: Size selection and fish behaviour. Fish. Res., 91, 271-280.

Guigue T., 2007. Amélioration de la sélectivité intraspécifique langoustine dans les Golfe de Gascogne. Demande d'homologation de dispositif sélectifs langoustine de type mailles carrées ou grilles flexible à barreaux ronds. AGLIA,

Guigue T., 2006. Bilan détaillés des essais sélectivité langoustine conduits en 2006. AGLIA,

Guijarro B., Massutí E., 2006. Selectivity of diamond- and square-mesh codends in the deepwater crustacean trawl fishery off the Balearic Islands (western Mediterranean). ICES J. Mar. Sci. J. Cons., 63, 52-67.

Halliday R.G., Cooper C.G., Fanning P., Hickey W.M., Gagnon P., 1999. Size selection of Atlantic cod, haddock and pollock (saithe) by otter trawls with square and diamond mesh codends of 130–155mm mesh size. Fish. Res., 41, 255 - 271.

Hazin H.G., Hazin F.H.V., Travassos P., Erzini K., 2005. Effect of light-sticks and electralume attractors on surface-longline catches of swordfish (Xiphias gladius, Linnaeus, 1959) in the southwest equatorial Atlantic. Fish. Res., 72, 271-277.

Hennache C., Jung A., 2010. Etude de la Pêcherie Palangrière de Requin Taupe de l'Ile d'Yeu - Rapport Final. Association Pour l'Etude et la Conservation des Sélaciens,

He P., Goethel D., Smith T., 2007. Design and Test of a Topless Shrimp Trawl to Reduce Pelagic Fish bycatch in the Gulf of Maine Pink Shrimp Fishery. J Northw Atl Fish Sci, 38, 13-21.

Herrmann B., O'Neill F.G., 2006. Theoretical study of the influence of twine thickness on haddock selectivity in diamond mesh cod-ends. Fish. Res., 80, 221-229.

Herrmann B., Sistiaga M., Larsen R.B., Nielsen K.N., 2013. Size selectivity of redfish (Sebastes spp.) in the Northeast Atlantic using grid-based selection systems for trawls. Aquat. Living Resour., 26, 109‑120.

Herrmann B., Wienbeck H., Karlsen J.D., Stepputtis D., Dahm E., Moderhak W., 2014. Understanding the release efficiency of Atlantic cod (Gadus morhua) from trawls with a square mesh panel: effects of panel area, panel position, and stimulation of escape response. ICES J. Mar. Sci. J. Cons., fsu124.

Herrmann B., Wienbeck H., Moderhak W., Stepputtis D., Krag L.A., 2013. The influence of twine thickness, twine number and netting orientation on codend selectivity. Fish. Res., 145, 22 ‑ 36.

Holden M.J., 1971. Report of the ICES/ICNAF Working Group on Selectivity Analysis.144 p.

Holst R., Madsen N., Moth-Poulsen T., Fonseca P., Campos A., 1998. Manual for gillnet selectivity. Eur. Comm.

Holst R., Revill A., 2009. A simple statistical method for catch comparison studies. Fish. Res., 95, 254‑259.

Holst R., Wileman D., Madsen N., 2002. The effect of twine thickness on the size selectivity and fishing power of Baltic cod gill nets. Fish. Res., 56, 303‑312.

Hovgård H., Lassen H., Madsen N., Poulsen T.M., Wileman D., 1999. Gillnet selectivity for North Sea Atlantic cod (Gadus morhua): model ambiguity and data quality are related. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 56, 1307‑1316.

Huse I., Løkkeborg S., Soldal A.V., 2000. Relative selectivity in trawl, longline and gillnet fisheries for cod and haddock. ICES J. Mar. Sci. J. Cons., 57, 1271‑1282.

Huse I., Soldal A.V., 2000. An attempt to improve size selection in pelagic longline fisheries for haddock. Fish. Res., 48, 43‑54.

Huse I., Soldal A.V., 2002. Mortality and injuries of haddock (Melanogrammus aeglefinus) that are caught by pelagic longline. ICES, Consultable : http://brage.bibsys.no/xmlui/handle/11250/100537 [Consulté le 4 septembre 2015].

Ingólfsson Ó.A., 2011. The effect of forced mesh opening in the upper panel of a< i> Nephrops</i> trawl on size selection of< i> Nephrops</i>, haddock and whiting. Fish. Res., 108, 218–222.

Isaksen B., 2001. Size- and species selection in Danish seine. Consultable : http://brage.bibsys.no/xmlui/handle/11250/106697 [Consulté le 21 mai 2015].

Isaksen B., Larsen R.B., 1988. Codend selectivity of the Danish seine investigated by the trouser trawl method. ICES, Consultable : http://brage.bibsys.no/xmlui/handle/11250/104396 [Consulté le 21 mai 2015].

Isaksen B., Valdemarsen J.W., 1986. Selectivity experiments with square mesh codends in bottom trawl. ICES, Consultable : http://brage.bibsys.no/xmlui/handle/11250/104115 [Consulté le 28 août 2014].

Isaksen B., Valdemarsen J.W., Larsen R.B., Karlsen L., 1992. Reduction of fish by-catch in shrimp trawl using a rigid separator grid in the aft belly. Fish. Res., 13, 335‑352.

Januma S., Miyajima K., Abe T., 2003. Development and comparative test of squid liver artificial bait for tuna longline. Fish. Sci., 69, 288‑292.

Jørgensen T., Ingólfsson Ó.A., Graham N., Isaksen B., 2006. Size selection of cod by rigid grids—Is anything gained compared to diamond mesh codends only? Fish. Res., 79, 337‑348.

Kerstetter D.W., Graves J.E., 2006. Effects of circle versus J-style hooks on target and non-target species in a pelagic longline fishery. Fish. Res., 80, 239‑250.

Krag L.A., Herrmann B., Karlsen J.D., 2014. Inferring Fish Escape Behaviour in Trawls Based on Catch Comparison Data: Model Development and Evaluation Based on Data from Skagerrak, Denmark. PLoS ONE, 9, e88819.

Kuikka S., Hildén M., Gislason H., Hansson S., Sparholt H., Varis O., 1999. Modeling environmentally driven uncertainties in Baltic cod (Gadus morhua) management by Bayesian influence diagrams. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 56, 629‑641.

Kurc G., Betus J., 1969. Etude préliminaire d'un chalut sélectif pour la pêche des langoustines et du merlu. ICES,

Kurc G., Faure L., Laurent T., 1965. La pêche des crevettes au chalut et les problèmes de sélectivité. Rev. Trav. Inst. Pêch. Marit., 29, 137‑161.

Kvalsvik K., Misund O.A., Engås A., Gamst K., Holst R., Galbraith D., Vederhus H., 2002. Size selection of large catches: using sorting grid in pelagic mackerel trawl. Fish. Res., 59, 129‑148.

Kynoch R.J., O'Neill F.G., Fryer R.J., 2011. Test of 300 and 600 mm netting in the forward sections of a Scottish whitefish trawl. Fish. Res., 108, 277‑282.

Larsen R.B., Rindahl L., 2008. Improved catch on cod (Gadus morhua), haddock (Melanogrammus aeglefinus) and Greenland halibut (Reinhardtius hippoglossoides) with a new hauling technique in the Norwegian mechanized bottom longline fishery. Fish. Res., 94, 160‑165.

Laurenson C.H., MacDonald P., 2008. Technical Measures to Enhance Selectivity in Pelagic Fisheries. Final Report. Fisheries Research Services, Scotland,

Leblond E., Daurès F., Merrien C., Demaneche S., Le Blond S., Berthou P., 2014. Synthèse des flottilles de pêche 2012 - France métropolitaine. Ifremer, Brest,

Leblond E., Daurès F., Merrien C., Demaneche S., Leonardi S., Le Blond S., Pitel-Roudaut M., Le Grand C., Berthou P., Macher C., Lespagnol P., 2013. Synthèse des flottilles de pêche 2011 - Façade Méditerranée (Hors Corse) - Flottille des Senneurs (hors thon rouge). Ifremer, Brest,

Le Corre G., 2013. Réponse à Saisine DPMA 13-5878. Informations sur la localisation et la sélectivité de l'activité senne de plage. Ifremer, Sète,

Le Gall J.-Y., 2004. Engins, techniques et méthodes des pêches maritimes. Tec & Doc Lavoisier, 367 p.

Le Gall J.-Y., Mallet G., 1972. Technique de pêche à la Palangre du Requin Sonneur (Lamna nasus Bonnaterre) et de l'Espadon (Xiphias gladius Linnaeus) en Atlantique Nord-Est. Bull. Société Fr.-Jpn. Océan., 10, 174‑177.

Leitão F., Gaspar M.B., Santos M.N., Monteiro C.C., 2009. A comparison of bycatch and discard mortality in three types of dredge used in the Portuguese Spisula solida (solid surf clam) fishery. Aquat. Living Resour., 22, 1–10.

Leonardi S., 2009. SELECMER - Amélioration de la sélectivité des chalutiers - Pêcherie multispécifique Manche Mer du Nord. CRPMEM Nord Pas-de-Calais/Picardie - Ifremer,

Lesueur M., Roncin N., Le Gallic B., Ropars C., 2009. La pêche de la coquille Saint-Jacques en baie de Saint-Brieuc : description de la pêcjerie et des sustèmes de gestion et de contrôle. UMR-AMURE,

Loaec H., Morandeau F., Meillat M., Davies P., 2006. Engineering development of flexible selectivity grids for Nephrops. Fish. Res., 79, 210 ‑ 218.

Løkkeborg S., 1991. Fishing experiments with an alternative longline bait using surplus fish products. Fish. Res., 12, 43‑56.

Løkkeborg S., 1990. Reduced Catch of Under-Sized Cod (Gadus morhua) in Longlining by Using Artificial Bait. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 47, 1112‑1115.

Løkkeborg S., Bjordal Å., 1995. Size-selective effects of increasing bait size by using an inedible body on longline hooks. Fish. Res., 24, 273‑279.

Løkkeborg S., Bjordal Å., 1992. Species and size selectivity in longline fishing: a review. Fish. Res., 13, 311‑322.

Løkkeborg S., Fernö A., Humborstad O.-B., 2010. Fish Behavior in Relation to Longlines. In : Wiley-Blackwell (Eds), Behavior of Marine Fishes, 105 ‑ 141. Consultable : http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9780813810966.ch5/summary [Consulté le 21 mai 2015].

Løkkeborg S., Johannessen T., 1992. The importance of chemical stimuli in bait fishing — fishing trials with presoaked bait. Fish. Res., 14, 21‑29.

Løkkeborg S., Pina T., 1997. Effects of setting time, setting direction and soak time on longline catch rates. Fish. Res., 32, 213‑222.

Lomeli M.J.M., Wakefield W.W., 2013. A flexible sorting grid to reduce Pacific halibut (Hippoglossus stenolepis) bycatch in the US west coast groundfish bottom trawl fishery. Fish. Res., 143, 102‑108.

Lopez M.A., Gisbert E., 2009. Evaluation of a by-catch reduction device for glass eel fishing traps. Fish. Manag. Ecol., 16, 438‑447.

Lundin M., 2014. Size selection of fish in the trap fisheries of the Baltic and Bothnian Seas. Consultable : http://pub.epsilon.slu.se/11029/ [Consulté le 22 août 2014].

Lundin M., Calamnius L., Hillström L., Lunneryd S.-G., 2011. Size selection of herring (Clupea harengus membras) in a pontoon trap equipped with a rigid grid. Fish. Res., 108, 81‑87.

Lundin M., Ovegård M., Calamnius L., Hillström L., Lunneryd S.-G., 2011. Selection efficiency of encircling grids in a herring pontoon trap. Fish. Res., 111, 127‑130.

Maartens L., Gamst K.A., Schneider P.M., 2002. Size selection and release of juvenile monkfish Lophius vomerinus using rigid sorting grids. Fish. Res., 57, 75‑88.

Macdonald P., Laurenson C.H., Johnson A., Tait L., 2009. A comparison of catch rates of artificial lures from an automated handline fishery at Shetland, UK. Fish. Res., 95, 379‑385.

MacLennan D.N., 1992. Fishing gear selectivity: an overview. Fish. Res., 13, 201‑204.

Madsen N., Frandsen R.P., Holst R., Krag L.A., 2010. Development of new concepts for escape windows to minimise cod catches in Norway lobster fisheries. Fish. Res., 103, 25 ‑ 29.

Madsen N., Herrmann B., Frandsen R.P., Krag L.A., 2012. Comparing selectivity of a standard and turned mesh T90 codend during towing and haul-back. Aquat. Living Resour., 25, 231‑240.

Madsen N., Holst R., Frandsen R.P., Krag L.A., 2012. Improving the effectiveness of escape windows in directed Norway lobster Nephrops norvegicus trawl fisheries. Fish. Sci., 78, 965‑975.

Madsen N., Holst R., Wileman D., Moth-Poulsen T., 1999. Size selectivity of sole gill nets fished in the North Sea. Fish. Res., 44, 59‑73.

Madsen N., Moth-Poulsen T., Holst R., Wileman D., 1999. Selectivity experiments with escape windows in the North Sea Nephrops (Nephrops norvegicus) trawl fishery. Fish. Res., 42, 167‑181.

Madsen N., Tschernij V., Hansen K., Larsson P.-O., 2006. Development and testing of a species-selective flatfish ottertrawl to reduce cod bycatches. Fish. Res., 78, 298‑308.

Madsen N., Valentinsson D., 2010. Use of selective devices in trawls to support recovery of the Kattegat cod stock: a review of experiments and experience. ICES J. Mar. Sci. J. Cons., 67, 2042‑2050.

Main J., Sangster G.I., 1985. Trawling experiments with a two-level net to minimise the undersized gaboid by-catch in a Nephrops fishery. Fish. Res., 3, 131‑145.

Marchal P., Andersen B., Caillart B., Eigaard O., Guyader O., Hovgaard H., Iriondo A., Le Fur F., Sacchi J., Santurtún M., 2007. Impact of technological creep on fishing effort and fishing mortality, for a selection of European fleets. ICES J. Mar. Sci. J. Cons., 64, 192‑209.

van Marlen B., Lange K., Wardle C., Glass C., Ashcroft B., 1994. Intermediate results in EC-project TE 3-613'Improved species and size selectivity of midwater trawls (SELMITRA)'. CIEM CM, B13.

Massutí B.E., Ordines F., Guijarro B., 2009. Efficiency of flexible sorting grids to improve size selectivity of the bottom trawl in the Balearic Islands (western Mediterranean), with comparison to a change in mesh cod-end geometry. J. Appl. Ichthyol., 25, 153‑161.

Méhault S., 2011. Analyse des résultats des essais de grille et cylindre à mailles carrées dans la pêcherie chalutière langoustinière du Golfe de Gascogne. Programme « Sélectivité et Pêche Durable ». Ifremer. Département Ressources Biologiques et Environnement . Laboratoire de Technologie Halieutique,

Méhault S., Morandeau F., 2015. Essais de nasses à poisson à bord d'un chalutier Etaplois : Performances des nasses à poisson. Ifremer. Département Ressources Biologiques et Environnement . Laboratoire de Technologie et de Biologie Halieutiques, Consultable : https://w3.ifremer.fr/archimer/doc/00279/39053/ [Consulté le 23 septembre 2015].

Méhault S., Morandeau F., Larnaud P., Mouchel Drillot M., 2010. Rapport final du projet ITIS. Ifremer,

Méhault S., Morandeau F., Meillat M., Vacherot J.-P., Vincent B., Avec la contribution des sociétés Le Drezen et Résiconcept et de l'IMP (Institut Maritime de Prévention), 2012. Compte rendu de deux campagnes d'essais de nasses à poisson dans le Golfe de Gascogne. Ifremer. Département Ressources Biologiques et Environnement . Laboratoire de Technologie Halieutique, Consultable : https://w3.ifremer.fr/archimer/doc/00106/21729/ [Consulté le 2 septembre 2015].

Meillat M., Dupouy H., Bavouzet G., George J.P., Vacherot J.-P., Morandeau F., Kergoat B., 1993. Compte-rendu de mission. Coopération DRV/RH - DITI/NPA Lorient. Campagne technologie 93. Essai d'un chalut sélectif pour la baudroie. N/O Gwen Drez du 14/06 au 7/07/93. Ifremer, Lorient,

Meillat M., Dupouy H., Bavouzet G., Vacherot J.-P., Morandeau F., Kergoat B., Gaudou O., 1994. Le chalut sélectif à baudroies. Compte-rendu de mission N/O Gwen Drez. Coopération DRV/RH - DITI/GO/NPA Lorient. Campagne SELECT 4 du 17/03 au 30/03/94. Bilan d'une année de travail et de trois campagnes à la mer. Ifremer, Plouzané,

Meillat M., Dupouy H., George J.P., Vacherot J.-P., Morandeau F., 1995. Compte-rendu de mission. Coopération DRV/RH - DITI/NPA Lorient. Campagne SELECT 6 N/O Gwen Drez du 13/03 au 27/03/1995. Ifremer, Plouzané,

Meillat M., Mahé J.-C., Morandeau F., Larnaud P., Talidec C., Barthélemy P., 2008. Selectivité des chaluts à crevettes grises. Travaux effectués dans le cadre de la convention de partenariat Aglia-Ifremer. Ifremer, Lorient,

Meillat M., Méhault S., Morandeau F., Vacherot J.-P., Marc E., 2011. Etude de dispositifs sélectifs. Pêcherie crustacés-poissons du Golfe de Gascogne. Ifremer, Lorient,

Meillat M., Morandeau F., 1997. Compte-rendu de mission SELECT 14. Sélectivité des fenêtres à mailles carrées. N/O Gwen Drez du 26/04 au 7/05/1997. Ifremer, Lorient,

Meillat M., Morandeau F., 2001. La sélectivité du merlu - Bilan des travaux visant à améliorer la sélectivité des chaluts de fond à langoustine/merlu. Ifremer,

Meillat M., Morandeau F., Vacherot J.-P., Bavouzet G., Dugornay O., Podeur C., Coail J.-Y., 1998. Essai à la mer d'une grille articulée expérimentale. Rapport de campagne SELECT 16 conduite du 31 mars au 16 avril 1998, à bord du N/O Gwen Drez. Ifremer, Plouzané,

Meillat M., Vacherot J.-P., Bavouzet G., Barthélemy P., 1997. Compte-rendu de mission LOTVITEC. Visualisation d'une grille sélective articulée. N/O Gwen Drez du 30/07 au 11/08/1997. Ifremer, Plouzané,

Millar R.B., 1992. Estimating the Size-Selectivity of Fishing Gear by Conditioning on the Total Catch. J. Am. Stat. Assoc., 87, 962‑968.

Millar R.B., 1995. The functional form of hook and gillnet selection curves cannot be determined from comparative catch data alone. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 52, 883‑891.

Milliken H.O., Carr H.A., Farrington M., Lent E., 1999. Survival of Atlantic Cod (Gadus morhua) in the Northwest Atlantic Longline Fishery. Mar. Technol. Soc. J., 33, 19‑24.

Milliken H.O., Carr H.A., Farrington M., McBride H., 2000. Selectivity studies in the northwest Atlantic longline fisheries. , 13, 13.

Milliken H.O., Farrington M., Rudolph T., Sanderson M., 2009. Survival of Discarded Sublegal Atlantic Cod in the Northwest Atlantic Demersal Longline Fishery. North Am. J. Fish. Manag., 29, 985‑995.

Minet J.-P., 1997. Comparaison des captures de soles au filet trémail pour les maillages de 84, 90 et 100 mm dans le détroit du Pas-de-Calais. Ifremer,

Misund O.A., Beltestad A.K., 1994. Size-selection of mackerel and saithe in purse seine. ICES, Consultable : http://brage.bibsys.no/xmlui/handle/11250/105247 [Consulté le 8 juin 2015].

Misund O.A., Beltestad A.K., 2000. Survival of mackerel and saithe that escape through sorting grids in purse seines. Fish. Res., 48, 31‑41.

Mongeon C., Granek E.F., Arauz R., 2013. Hook Selectivity in an Artisanal Spotted Rose Snapper Lutjanus guttatus Fishery on the Nicoya Peninsula, Costa Rica. Mar. Coast. Fish., 5, 270‑280.

Morandeau F., 1998. Campagne SELECT 15. N/O Gwen Drez du 20.05.1998 au 01.06.1998. Ifremer, Lorient,

Morandeau F., 1999a. Campagne SELECT 17 - N/O Gwen-Drez - 28.04/07.05.99. Ifremer,

Morandeau F., 1999b. Campagne SELECT 17 - N/O Gwen-Drez - 28.04/07.05.99. Ifremer,

Morandeau F., 1997. Rapport de Mission - Campagne SELECT 13 - N/O Gwen-Drez du 10 au 28 avril 1997. Ifremer,

Morandeau F., Larnaud P., Meillat M., Barthélemy P., 2006. Assessing the effect of square mesh side panels in the extension of the trawls to reduce by-catches of hake in the Bay of Biscay fishery.

Morandeau F., Meillat M., 2002. Expérimentation d'une grille sélective à langoustine. Etude et mise au point d'un chalut muni d'une grille sélective à langoustine. Campagne Selmerl 2 N/O Gwen Drez du 10/06/2002 au 24/06/2002. Ifremer, Lorient,

Morandeau F., Morandeau G., Caill-Milly N., 2008. Campagne ligne de traîne automatique 2005 : essais techniques et faisabilité technico-économique. Ifremer,

Mortreux S., Caroff N., Minet J.-P., Brabant J.-C., 1999. SAUPLIMOR 1 - SAUvegarde des juvéniles de PLIes et de Morues dans le détroit du Pas-de-Calais. Rapport n°1. Ifremer,

Mortreux S., Caroff N., Minet J.-P., Brabant J.-C., Vacherot J.-P., 2000. SAUPLIMOR 3 - SAUvegarde des juvéniles de PLIes et de Morues dans le détroit du Pas-de-Calais. Rapport n°3. Ifremer,

Moth-Poulsen T., 2003. Seasonal variations in selectivity of plaice trammel nets. Fish. Res., 61, 87‑94.

NEFSC, 2007. Assessment of ocean quahogs. In 44th Northeast Regional Stock Assessment Workshop (44th SAW): 44th SAW Assessment Report, Northeast Fisheries Science Center Reference Document.

Newland P.L., Chapman C.J., 1989. The swimming and orientation behaviour of the Norway lobster, Nephrops norvegicus (L.), in relation to trawling. Fish. Res., 8, 63‑80.

O'Neill F.G., Graham N., Kynoch R.J., Ferro R.S.T., Kunzlik P.A., Fryer R.J., 2008. The effect of varying cod-end circumference, inserting a 'flexi-grid' or inserting a Bacoma type panel on the selectivity of North Sea haddock and saithe. Fish. Res., 94, 175‑183.

O'Neill F.G., Kynoch R.J., Fryer R.J., 2006. Square mesh panels in North Sea demersal trawls: Separate estimates of panel and cod-end selectivity. Fish. Res., 78, 333‑341.

Ordines F., Massutí E., Guijarro B., Mas R., 2006. Diamond vs. square mesh codend in a multi-species trawl fishery of the western Mediterranean: effects on catch composition, yield, size selectivity and discards. Aquat. Living Resour., 19, 329–338.

Ovegård M., Königson S., Persson A., Lunneryd S.G., 2011. Size selective capture of Atlantic cod (Gadus morhua) in floating pots. Fish. Res., 107, 239‑244.

Pacheco J.C., Kerstetter D.W., Hazin F.H., Hazin H., Segundo R.S.S.L., Graves J.E., Carvalho F., Travassos P.E., 2011. A comparison of circle hook and J hook performance in a western equatorial Atlantic Ocean pelagic longline fishery. Fish. Res., 107, 39‑45.

Parlement Européen, 2001. Rapport sur la communication de la Commission au Conseil et au Parlement européen sur la reconstitution des stocks de cabillauds et de merlu dans les eaux communautaires et les eaux adjacentes. Parlement Européen, Strasbourg,

Piovano S., Clò S., Giacoma C., 2010. Reducing longline bycatch: The larger the hook, the fewer the stingrays. Biol. Conserv., 143, 261‑264.

Piovano S., Swimmer Y., Giacoma C., 2009. Are circle hooks effective in reducing incidental captures of loggerhead sea turtles in a Mediterranean longline fishery? Aquat. Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst., 19, 779‑785.

Pitel M., Berthou P., Fifas S., 2001. Caractéristiques de dragues et pêcheries. Consultable : http://archimer.ifremer.fr/doc/00000/4608/ [Consulté le 20 mai 2015].

PMA, 2011. Deuxième campagne expérimentale pour le développement d'un chalut sélectif pour la pêche du thon rouge. Pêcheurs de Manche et Atlantique,

Polet H., 2002. Selectivity experiments with sorting grids in the North Sea brown shrimp (Crangon crangon) fishery. Fish. Res., 54, 217‑233.

Polet H., Coenjaerts J., Verschoore R., 2004. Evaluation of the sieve net as a selectivity-improving device in the Belgian brown shrimp (Crangon crangon) fishery. Fish. Res., 69, 35‑48.

Polet H., Delanghe F., Verschoore R., 2005a. On electrical fishing for brown shrimp (Crangon crangon): II. Sea trials. Fish. Res., 72, 13‑27.

Polet H., Delanghe F., Verschoore R., 2005b. On electrical fishing for brown shrimp (Crangon crangon): I. Laboratory experiments. Fish. Res., 72, 1‑12.

Pope J.A., Margetts A.R., Hamley J.M., Akyüz E.F., 1975. Manual of Methods for fish stock assessment. Part III. Selectivity of fishing gear.65 p.

Pouvreau S., Morizur Y., 1995. Les métiers du filet fixe en France (Régions 1, 2 et 3). Ifremer, Secrétariat d'Etat à la mer, Direction des Pêches maritimes et des Cultures marines, Consultable : http://archimer.ifremer.fr/doc/00049/16036/ [Consulté le 11 septembre 2015].

PRAC, 2014. Recommendation on implementing the EU landing obligation in pelagic fisheries - Draft report. Pelagic Regional Advisory Council,

Reeves S.A., Armstrong D.W., Fryer R.J., Coull K.A., 1992. The effects of mesh size, cod-end extension length and cod-end diameter on the selectivity of Scottish trawls and seines. ICES J. Mar. Sci. J. Cons., 49, 279‑288.

Revill A., Dunlin G., Holst R., 2006. Selective properties of the cutaway trawl and several other commercial trawls used in the Farne Deeps North Sea Nephrops fishery. Fish. Res., 81, 268‑275.

Revill A., Holst R., 2004a. Reducing discards of North Sea brown shrimp (C. crangon) by trawl modification. Fish. Res., 68, 113‑122.

Revill A., Holst R., 2004b. The selective properties of some sieve nets. Fish. Res., 66, 171‑183.

Revill A.S., Catchpole T.L., Dunlin G., 2007. Recent work to improve the efficacy of square-mesh panels used in a North Sea Nephrops norvegicus directed fishery. Fish. Res., 85, 321‑327.

Rigaud A., 2015. Fiche Dragues - Version non finalisée. Comité National des Pêches Maritimes et des Elevages Marins,

Rochet M.-J., Catchpole T., Cadrin S., 2014. Bycatch and discards: from improved knowledge to mitigation programmes. ICES J. Mar. Sci. J. Cons., 71, 1216‑1218.

Sacchi J., Le Corre G., Mortreux S., 2010. La sélectivité du gangui à panneaux des côtes varoises : analyse comparative de l'application de la maille carrée de 40mm. Consultable : http://archimer.ifremer.fr/doc/00086/19685/ [Consulté le 11 mars 2015].

Sacchi J., Lespagnol P., 2010. Analyse de l'activité de pêche aux filets maillants dérivants de moins de 2,5 km en Méditerranée et caractéristiques techniques des engins. Consultable : http://archimer.ifremer.fr/doc/00001/11215/ [Consulté le 15 septembre 2015].

Sala A., Lucchetti A., 2011. Effect of mesh size and codend circumference on selectivity in the Mediterranean demersal trawl fisheries. Fish. Res., 110, 252‑258.

Sala A., Lucchetti A., Buglioni G., 2007. The influence of twine thickness on the size selectivity of polyamide codends in a Mediterranean bottom trawl. Fish. Res., 83, 192‑203.

Sala A., Lucchetti A., Perdichizzi A., Herrmann B., Rinelli P., 2015. Is square-mesh better selective than larger mesh? A perspective on the management for Mediterranean trawl fisheries. Fish. Res., 161, 182‑190.

Sala A., Lucchetti A., Piccinetti C., Ferretti M., 2008. Size selection by diamond- and square-mesh codends in multi-species Mediterranean demersal trawl fisheries. Fish. Res., 93, 8‑21.

Sala A., Priour D., Herrmann B., 2006. Experimental and theoretical study of red mullet (Mullus barbatus) selectivity in codends of Mediterranean bottom trawls. Aquat. Living Resour., 19, 317–327.

Salvanes A.G.V., 1991. The selectivity for cod (Gadus morhua L.) in two experimental trammel-nets and one gillnet. Fish. Res., 10, 265‑285.

Sanchez F., Santurtun M., 2013. SYNThèse et Analyse des données eXistantes sur un écosystème profond transfrontalier : le gouf de Capbreton – « SYNTAX ». Consultable : http://archimer.ifremer.fr/doc/00137/24787/ [Consulté le 15 septembre 2015].

Santos J., Herrmann B., Otero P., Garcia J., Pérez N., 2015. Contact effciency for lateral square mesh panels in a Spanish otter trawl: Does the lateral position enhance the fish contact probability?

Santos M.N.D., Gaspar M., Monteiro C.C., Erzini K., 2003. Gill net selectivity for European hake Merluccius merluccius from southern Portugal: implications for fishery management. Fish. Sci., 69, 873‑882.

Sardà F., Bahamon N., Molí B., Sardà-Palomera F., 2006. The use of a square mesh codend and sorting grids to reduce catches of young fish and improve sustainability in a multispecies bottom trawl fishery in the Mediterranean. Sci. Mar., 70, 347–353.

Sardà F., Bahamón N., Sardà-Palomera F., Molí B., 2005. Commercial testing of a sorting grid to reduce catches of juvenile hake (*Merluccius merluccius*) in the western Mediterranean demersal trawl fishery. Aquat. Living Resour., 18, 87‑91.

Sardà F., Coll M., Heymans J.J., Stergiou K.I., 2015. Overlooked impacts and challenges of the new European discard ban. Fish Fish., 16, 175–180.

Sardà F., Moli B., Palomera I., 2004. Preservation of juvenile hake (Merluccius merluccius, L.) in the western Mediterranean demersal trawl fishery by using sorting grids. Sci. Mar., 68, 435‑444.

Sardà F., Palomera I., Molí Ferrer B., 2004. Preservation of juvenile hake (Merluccius merluccius L) in the western Mediterranean demersal trawl fishery by using sorting grids. Consultable : http://digital.csic.es/handle/10261/5530 [Consulté le 1 août 2014].

SCAPÊCHE, 2015. COPIL PASAMER - Jeudi 3 Septembre 2015.

Schaeffer J.S., Hoffman E.M., 2002. Performance of Barbed and Barbless Hooks in a Marine Recreational Fishery. North Am. J. Fish. Manag., 22, 229‑235.

Sistiaga M., Grimaldo E., Larsen R., 2008. Size selectivity patterns in the North-east Arctic cod and haddock fishery with sorting grids of 55, 60, 70 and 80mm. Fish. Res., 93, 195–203.

Sistiaga M., Herrmann B., Nielsen K., Larsen R.B., Jech J.M., 2011. Understanding limits to cod and haddock separation using size selectivity in a multispecies trawl fishery: an application of FISHSELECT. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 68, 927.

Skúvadal F.B., Thomen B., Jacobsen J.A., 2011. Escape of blue whiting (Micromesistius poutassou) and herring (Clupea harengus) from a pelagic survey trawl. Fish. Res., 111, 65‑73.

Sobrino I., Juarez A., Rey J., Romero Z., Baro J., 2011. Description of the clay pot fishery in the Gulf of Cadiz (SW Spain) for Octopus vulgaris: Selectivity and exploitation pattern. Fish. Res., 108, 283‑290.

Soetaert M., Chiers K., Duchateau L., Polet H., Verschueren B., Decostere A., 2014. Determining the safety range of electrical pulses for two benthic invertebrates: brown shrimp (Crangon crangon L.) and ragworm (Alitta virens S.). ICES J. Mar. Sci. J. Cons., fsu176.

Soetaert M., Decostere A., Polet H., Verschueren B., Chiers K., 2013. Electrotrawling: a promising alternative fishing technique warranting further exploration. Fish Fish., n/a‑n/a.

Stergiou K.I., Erzini K., 2002. Comparative fixed gear studies in the Cyclades (Aegean Sea): size selectivity of small-hook longlines and monofilament gill nets. Fish. Res., 58, 25‑40.

Stewart J., Ferrell D.J., 2002. Escape panels to reduce by-catch in the New South Wales demersal trap fishery. Mar. Freshw. Res., 53, 1179‑1188.

Stewart J., Ferrell D.J., 2003. Mesh selectivity in the New South Wales demersal trap fishery. Fish. Res., 59, 379‑392.

Stone H.H., Dixon L.K., 2001. A comparison of catches of swordfish, Xiphias gladius, and other pelagic species from Canadian longline gear configured with alternating monofilament and multifilament nylon gangions. Fish. Bull.-Natl. Ocean. ATMOSPHERIC Adm., 99, 210–216.

Suuronen P., 1991. The effects of a rigid grating on the selection and survival of Baltic herring: preliminary results. In : ICES (Eds),

Suuronen P., Lehtonen E., Jounela P., 2005. Escape mortality of trawl caught Baltic cod (Gadus morhua) — the effect of water temperature, fish size and codend catch. Fish. Res., 71, 151‑163.

Suuronen P., Millar R.B., 1992. Size Selectivity of Diamond and Square Mesh Codends in Pelagic Herring Trawls: Only Small Herring Will Notice the Difference. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 49, 2104‑2117.

Suuronen P., Perez-Comas J.A., Lehtonen E., Tschernij V., 1996. Size-related mortality of herring (Clupea harengus L.) escaping through a rigid sorting grid and trawl codend meshes. ICES J. Mar. Sci. J. Cons., 53, 691‑700.

Suuronen P., Sardá F., 2007. By-catch reduction techniques in European fisheries: traditional methods and potential innovations. In : Kennelly, S. J. (Eds), By-catch Reduction in the World's Fisheries, 37–74. Reviews: Methods and Technologies in Fish Biology and Fisheries. Springer.

Suuronen P., Sardà F., 2007. The role of technical measures in European fisheries management and how to make them work better. ICES J. Mar. Sci. J. Cons., 64, 751–756.

Suuronen P., Tschernij V., Jounela P., Valentinsson D., Larsson P.-O., 2007. Factors affecting rule compliance with mesh size regulations in the Baltic cod trawl fishery. ICES J. Mar. Sci. J. Cons., 64, 1603‑1606.

Tatone I., 2008. Norwegian hook designs improve catch efficiency in the Adriatic bottom longline fishery. Consultable : http://www.ub.uit.no/munin/handle/10037/1630 [Consulté le 10 septembre 2015].

Thorarinsdóttir G.G., Jacobson L., Ragnarsson S.Á., Garcia E.G., Gunnarsson K., 2010. Capture efficiency and size selectivity of hydraulic clam dredges used in fishing for ocean quahogs (Arctica islandica): simultaneous estimation in the SELECT model. ICES J. Mar. Sci. J. Cons., 67, 345‑354.

Thorsteinsson G., 1992. The experience with square mesh windows in bottom trawling and seining in Icelandic waters. ICES CM.

Tokaç A., Herrmann B., Aydın C., Kaykaç H., Ünlüler A., Gökçe G., 2014. Predictive models and comparison of the selectivity of standard (T0) and turned mesh (T90) codends for three species in the Eastern Mediterranean. Fish. Res., 150, 76‑88.

Tschernij V., Suuronen P., 2002. Improving Trawl Selectivity in the Baltic. Nordic Council of Ministers, 126 p.

UE, 2015. Règlement (UE) 2015/104 du Conseil du 19 janvier 2015 établissant, pour 2015, les possibilités de pêche pour certains stocks halieutiques et groupes de stocks halieutiques, applicables dans les eaux de l'Union et, pour les navires de l'Union, dans certaines eaux n'appartenant pas à l'Union, modifiant le règlement (UE) no 43/2014 et abrogeant le règlement (UE) no 779/2014. J. Off. L'Union Eur. L, 22.

UE, 2013. Règlement (UE) n° 1380/2013 du Parlement Européen et du Conseil du 11 décembre 2013 relatif à la politique commune de la pêche, modifiant les règlements (CE) n° 1954/2003 et (CE) n° 1224/2009 du Conseil et abrogeant les règlements (CE) n° 2371/2002 et (CE) n° 639/2004 du Conseil et la décision 2004/585/CE du Conseil. J. Off. L'Union Eur. L, 354, 22‑61.

Uhlmann S.S., Helmond A.T.M. van, Stefánsdóttir E.K., Sigurðardóttir S., Haralabous J., Bellido J.M., Carbonell A., Catchpole T., et al, 2014. Discarded fish in European waters: general patterns and contrasts. ICES J. Mar. Sci. J. Cons., 71, 1235‑1245.

Vacherot J.-P., Dupouy H., Meillat M., Kergoat B., Morandeau F., Nédelec D., 1998. Comment épargner les juvéniles de soles et de gadidés dans la pêcherie crevettière : expériences de chalut sélectif en baie de Vilaine, deuxième partie. Ifremer, Lorient,

Valentinsson D., Ulmestrand M., 2008. Species-selective Nephrops trawling: Swedish grid experiments. Fish. Res., 90, 109‑117.

Veale L. o., Hill A. s., Hawkins S. j., Brand A. r., 2001. Distribution and damage to the by-catch assemblages of the northern Irish Sea scallop dredge fisheries. J. Mar. Biol. Assoc. U. K., 81, 85–96.

Viera A., 2010a. SELECCAB Volet Artisans - Amélioration de la sélectivité des chalutiers artisanaux travaillant en Manche-Mer du Nord de façon à limiter les captures de cabillaud. CRPMEM Nord Pas-de-Calais/Picardie - Ifremer,

Viera A., 2010b. SELECCAB Volet Hauturier - Amélioration de la sélectivité des chalutiers hauturiers travaillant en Mer du Nord de façon à limiter les captures de cabillaud. CRPMEM Nord Pas-de-Calais/Picardie - Ifremer,

Vigneau J., 1999. Résultats des essais de la drague à anneaux de 95 mm. Ifremer, Port- en- Bessin,

Walsh S.J., Arill E., Ferro R.S.T., Fonteyne R., van Marlen B., 2002. To catch or conserve more fish: the evolution of fishing technology in fisheries science. ICES Mar. Sci. Symp., 215, 493‑503.

Ward P., Epe S., Kreutz D., Lawrence E., Robins C., Sands A., 2009. The effects of circle hooks on bycatch and target catches in Australia's pelagic longline fishery. Fish. Res., 97, 253‑262.

Ward P., Lawrence E., Darbyshire R., Hindmarsh S., 2008. Large-scale experiment shows that nylon leaders reduce shark bycatch and benefit pelagic longline fishers. Fish. Res., 90, 100‑108.

Watson J.W., Epperly S.P., Shah A.K., Foster D.G., 2005. Fishing methods to reduce sea turtle mortality associated with pelagic longlines. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 62, 965‑981.

Watson J.W., Kerstetter D.W., 2006. Pelagic Longline Fishing Gear: A Brief History and Review of Research Efforts to Improve Selectivity. Mar. Technol. Soc. J., 40, 6‑11.

Weiller Y., Recht Y., Coppin F., Delpech J.-P., Morandeau F., 2014. SELECFISH. Améliorer la sélectivité des chalutiers de Manche est - Mer du Nord pour limiter les rejets d'espèces sous quota communautaire. Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins Nord-Pas de Calais/Picardie,

Wienbeck H., Herrmann B., Feekings J.P., Stepputtis D., Moderhak W., 2014. A comparative analysis of legislated and modified Baltic Sea trawl codends for simultaneously improving the size selection of cod (Gadus morhua) and plaice (Pleuronectes platessa). Fish. Res., 150, 28‑37.

Wileman D., Ferro R., Fonteyne R., Millar R. éd., 1996. Manual of methods of measuring the selectivity of towed fishing gears.

Winters G.H., Wheeler J.P., 1990. Direct and Indirect Estimation of Gillnet Selection Curves of Atlantic Herring (Clupea harengus harengus). Can. J. Fish. Aquat. Sci., 47, 460‑470.

Yochum N., Dupaul W.D., 2008. Size-Selectivity of the Northwest Atlantic Sea Scallop (Placopecten magellanicus) Dredge. J. Shellfish Res., 27, 265‑271.

Yokota K., Kiyota M., Okamura H., 2009. Effect of bait species and color on sea turtle bycatch and fish catch in a pelagic longline fishery. Fish. Res., 97, 53‑58.