SeaShare: Hywind Essais d’engins de pêche statiques

Photo credit: K. Wright

Auteurs: Kirsty Wright, James Mair, Robert Watret and Jim Drewery.

Référence bibliographique: Wright, K., Mair, J., Watret, R. and Drewery, J. (2023) Static fishing gear trials at the Hywind floating offshore wind farm. Marine Directorate, Scottish Government.

Résumé

Equinor a chargé le Marine Directorate du gouvernement écossais de réaliser une campagne d’essais d'utilisation d'engins de pêche commerciale statiques au sein du parc éolien offshore flottant Hywind. Il s'agit du premier essai de ce type connu dans le monde, et le parc éolien flottant Hywind Scotland a été le premier parc éolien flottant au monde et est devenu opérationnel en 2017. L'objectif du projet "SeaShare" était d'étudier la sécurité et la viabilité de l'utilisation d'engins de pêche statiques dans un parc éolien offshore flottant. Trois types d'engins de pêche statiques ont été testés : des casiers à poissons, des nasses à crabes et à crevettes et des lignes automatiques électroniques. L'essai comprenait quatre sorties en mer à bord du Guard Vessel Seagull BF 74, un ancien navire de pêche commerciale de 30 m doté d'une expérience préalable considérable en matière de travail sur des sites d'énergie renouvelable en mer, de juillet à novembre 2022.

Il n'y a pas eu de travaux antérieurs sur le site Hywind ou d'autres parcs éoliens offshore flottants pour comprendre le risque d'accrochage des engins de pêche dans un parc éolien offshore flottant, c'est pourquoi l'essai s'est concentré sur ce thème. Equinor a identifié trois "zones d'essai de pêche" au sein du parc éolien, sur la base d'une distance minimale de 200 m par rapport aux éoliennes et aux sections dynamiques des câbles d'exportation/inter-éoliennes, et d'une distance minimale de 50 m par rapport au reste de l'infrastructure sous-marine. Une zone témoin a été désignée en dehors de la zone du parc éolien. Ces quatre zones ont été pêchées en rotation en utilisant tous les types d'engins à chaque rotation dans chaque zone.

Tous les engins ont été utilisés avec succès dans les "zones d'essai de pêche" désignées dans le parc éolien offshore flottant Hywind et il n'y a pas eu de problèmes de sécurité, d'accrochage d'engins ou de perte d'engins de pêche. Les zones d'essai de pêche offraient un espace suffisant pour faire fonctionner le navire et les engins de pêche statiques et ont été considérées comme des distances de sécurité par rapport aux turbines pour le navire et les engins de pêche dans le cadre de cet essai. La viabilité commerciale de ces méthodes de pêche n'entrait pas dans le cadre du projet. La pêche statique n'était pas une activité de pêche importante dans la zone avant la construction du parc éolien et les taux de capture ne sont donc pas représentatifs d'une pêche statique.

En plus de tester la sécurité du déploiement et de la remontée d'engins de pêche statiques dans un parc éolien offshore flottant, la composition et les taux de capture ainsi que la biodiversité des espèces dans le parc éolien ont également été enregistrés. Les principales espèces capturées au cours de l'essai étaient l'aiglefin (Melanogrammus aeglefinus), le crabe brun (Cancer pagurus) et le maquereau (Scomber scombrus). Aucune crevette (Nephrops norvegicus) n'a été capturée à l'aide des nasses à crevettes en raison de l'absence apparente d'habitat approprié pour les crevettes sur le site de Hywind. Les espèces de poissons et de mollusques

capturées se sont largement limitées aux espèces de poissons et de mollusques commerciales ciblées en raison de la sélectivité de l'engin et des appâts utilisés, et les prises accessoires d'autres espèces ont été minimes. Un casier à poissons à mailles plus petites a également été utilisé pour cibler toute autre espèce intéressante. Le nombre de crabes bruns capturés a augmenté entre août et octobre, ce qui était prévisible compte tenu du comportement saisonnier de l'espèce.

Cet essai a démontré que, dans de bonnes conditions de mer et de météorologie, il est possible de pêcher en toute sécurité dans le parc éolien offshore flottant Hywind avec les engins de pêche statiques testés, en respectant les distances de sécurité par rapport à l'infrastructure qui ont été utilisées pour ces essais, et en adhérant aux règles de navigation et de sécurité maritime usuelles.

Il est souhaitable que cet essai puisse être reproduit dans d'autres parcs éoliens offshore flottants opérationnels à travers le monde et que les connaissances et l'expérience acquises grâce à cet essai puissent servir de base à de futures études.

Cet essai de pêche jouera un rôle majeur en aidant à comprendre quels types de pêche commerciale peuvent être compatibles avec l'éolien offshore flottant et contribuer à faciliter la coexistence entre les deux secteurs. Les connaissances acquises lors des essais seront également utiles pour la conception des parcs éoliens, la configuration et l'espacement des turbines, ainsi que pour l'aménagement de l'espace marin en vue du développement futur des parcs éoliens flottants en mer.

Contents

Summary ..... **Erreur ! Signet non défini.**
1. Introduction 8
Background ..... **Erreur ! Signet non défini.**
Aim, objectives & scientific questions ..... **Erreur ! Signet non défini.**
2. Methods 12
Site background 12
Site environmental conditions, fish species present and fish habitat **Erreur ! Signet non défini.**
Sampling area ..... **Erreur ! Signet non défini.**
Sampling programme 18
Vessel selection 19
Safety on board the vessel 19
Static fishing gear 20
Other equipment ..... **Erreur ! Signet non défini.**
Sampling methods 26
GIS ..... **Erreur ! Signet non défini.**
3. Results 29
Trip 1 30
Trip 2 33
Trip 3 36
Trip 4 40
Catch composition and catch rates summary 40
i. Species summary 41
ii. Catch rate 42
iii. Length frequency distribution 48
iv. Total fish numbers caught in each wind farm area 51
v. Brown crab catch 52
Safety assessment summary 54
i. Safety considerations 54

ii. Safe working conditions – weather and sea conditions 58
4. Discussion 59
Safety and suitability of the fishing methods in the vicinity of a floating offshore wind farm 59
Catch composition and catch rates 62
Environmental knowledge and biodiversity 63
5. Conclusion 65
6. Recommendations 66
7. References 67
8. Appendix 68
Raw CPUE Data 68

List of Figures

Figure 1. Map presenting the locations of the five turbines and associated subsea infrastructure at Equinor's Hywind floating offshore wind farm. 11
Figure 2. Current types of floating wind foundations (Acteon.com) 13
Figure 3. Visualisation of the touch down mooring arrangement, mooring line and suction anchor used at the Hywind wind farm (Equinor.com ES) 13
Figure 4. Diagram of the inter-array cables design used at the Hywind wind farm (Equinor.com) 14
Figure 5. Habitat classifications within the wind farm area (MMT, 2013b in Hywind ES) 15
Figure 6. Three 'fishing trial areas' designated by Equinor within the wind farm and fourth area outside the wind farm area as a control. 17
Figure 7. The Seagull (BF 74) was chartered for the project (photo credit: Kirsty Wright) 19
Figure 8. Fish trap design 21
Figure 9. Fish trap 23
Figure 10. Layout of standard fleet of 8 fish traps used during the trial. 24
Figure 11. Fish (Haddock) being measured on the fish measuring board. 27
Figure 12. Brown crab carapace width being measured using callipers. 28
Figure 13. Trip 1, Day 1 GPS tracks and gear positions 31
Figure 14. Trip 1, Day 3 GPS tracks and gear positions 32
Figure 15. Trip 1, Day 4 GPS tracks and gear positions 32
Figure 16. Trip 2, Day 1 GPS tracks and gear positions 34
Figure 17. Trip 2, Day 2 GPS tracks and gear positions 34
Figure 18. Trip 2, Day 3 GPS tracks and gear positions 35
Figure 19. Trip 2, Day 4 GPS tracks and gear positions 35
Figure 20. Trip 2, Day 5 GPS tracks and gear positions 36
Figure 21. Trip 3, Day 1 GPS tracks and gear positions 37
Figure 22. Trip 3, Day 2 GPS tracks and gear positions 38

Figure 23. Trip 3, Day 3 GPS tracks and gear positions (no GPS track available)... 38
Figure 24. Trip 3, Day 4 GPS tracks and gear positions 39
Figure 25. Trip 3, Day 5 GPS tracks and gear positions 39
Figure 26. Trip 4, Day GPS tracks and gear positions 40
Figure 27. Numbers of fish caught in fish traps per deployment – haddock and whiting. 43
Figure 28. Weights of fish caught in fish traps per deployment – haddock and whiting. 44
Figure 29. Weight of species caught using crab creels. 45
Figure 30. Weight of species caught using prawn creels. 46
Figure 31. Number of fish caught by jiggers per hour. 47
Figure 32. Weight of fish caught by jiggers per hour. 48
Figure 33. Length frequency distribution for Haddock caught in fish traps. 49
Figure 34. Length frequency distribution for Whiting caught in fish traps. 49
Figure 35. Length frequency distribution for Haddock caught by jiggers. 50
Figure 36. Length frequency distribution for Mackerel caught by jiggers..... 50
Figure 37. Length frequency distribution for Whiting caught by jiggers. 51
Figure 38. Trip 2 and 3 – Haddock, Cod and Whiting caught in all fishing areas using fish traps..... 51
Figure 39. Trip 2 – Mackerel, haddock and whiting caught in all fishing areas using jiggers (5 drifts) 52
Figure 40. Trip 3 – Mackerel, haddock and whiting caught in all fishing areas using jiggers (2 drifts) 52
Figure 41. Brown crab caught in all fishing areas using crab creels..... 53
Figure 42. No. of brown crabs caught from August to October using all fishing methods. 54
Figure 43. Total no. of female versus male brown crabs caught. 54

List of Tables

Table 1. List of marine fish and shellfish species reported to be found in the Hywind wind farm area (Hywind ES 2015)..... 15
Table 2. Safety parameters set by Equinor. 17
Table 3. Example of the rotational fishing method on each day of the trial 18
Table 4. Fish trap specifications..... 22
Table 5. Jigger specifications..... 24
Table 6. Creels specifications 25
Table 7. Trip 1 schedule..... 30
Table 8. Trip 2 schedule..... 33
Table 9. Trip 3 schedule..... 36
Table 10. Species catch summary including numbers and weight (kg) of catch per species. 41
Table 11. Numbers of Brown crabs caught. 53
Table 12. List of safety considerations that were assessed in the trial and whether or not any issues arose. 56
Table 13. Minimum and maximum range of sea conditions throughout the trial..... 58

Table 14. Fishtrap CPUE (number and weight/deployment) of main commercial species by area and trip. 68
Table 15. Jigger CPUE by number and weight of main commercial species by area and trip. 68
Table 16. Crab creel CPUE (weight/deployment) of main commercial species and agglomerated non-commercial bycatch by area and trip. Results not scaled to soak time. 69
Table 17. Prawn creel CPUE (weight/deployment) of main commercial shellfish species and agglomerated 70

1. Introduction

Contexte

Avec l'expansion prévue des installations offshore d'énergie marine renouvelable (EMR) dans les années à venir, il devrait y avoir une demande croissante d'espace océanique de la part de multiples acteurs et donc un potentiel accru de conflit. Pour atténuer ces frictions potentielles, il sera de plus en plus souhaitable d'adopter une approche multi-usages de la gestion du milieu marin. Un aspect important de cette approche consistera à promouvoir la coexistence des parcs éoliens en mer et des pêcheries commerciales. Le nouveau cycle de planification de parcs éoliens en mer ScotWind dans les eaux écossaises a permis de conclure des accords d'option pour le développement potentiel de l'énergie éolienne en mer sur 20 sites supplémentaires. Sur ces 20 sites potentiels de parcs éoliens en mer, 14 sont susceptibles d'être des parcs éoliens flottants plutôt que des parcs éoliens posés, en raison des conditions d'eau plus profondes à ces endroits.

Il n'existe aucune restriction légale à la pêche dans les parcs éoliens offshore dans les eaux écossaises. Cela diffère de la législation de certains pays de l'UE, comme l'Allemagne, où la pêche dans les parcs éoliens offshore est légalement interdite. Bien qu'il n'y ait aucune restriction légale à la pêche dans les parcs éoliens en Écosse, les pêcheurs ont exprimé des inquiétudes concernant la sécurité, la couverture d'assurance et la responsabilité en cas de dommages aux biens du parc éolien ou à leur navire, et ces inquiétudes peuvent les empêcher d'entrer dans les parcs éoliens ou d'y pêcher. L'éolien offshore flottant présente un plus grand risque de conflit avec la pêche commerciale que l'éolien offshore posé en raison de la présence d'infrastructures sous-marines telles que les lignes d'ancrage, les câbles dynamiques et les ancres, qui ont généralement une empreinte spatiale plus importante que les éoliennes posées. La présence de ces infrastructures sous-marines augmente le risque d'accrochage des engins de pêche, ce qui suscite les inquiétudes des pêcheurs en matière de sécurité.

Peu de travaux ont été menés pour comprendre comment la pêche peut se poursuivre dans les parcs éoliens offshore, par exemple : un essai de techniques de pêche passive dans un parc éolien offshore à fondations posées aux Pays-Bas, et plusieurs études sur le chalutage menées dans des parcs éoliens à fondations posées en Écosse (Beatrice, Moray East et Neart na Gaoithe) pour tester la sécurité, dans la mesure du possible, de la pêche au-dessus des câbles d'exportation et de réseau (BOWL 2021, Moray East 2022 et Neart na Gaoithe 2022). Cependant, aucun travail n'a été effectué sur les parcs éoliens offshore flottants.

C'est pourquoi Equinor, un développeur de parcs éoliens offshore, collabore avec le Marine Directorate du gouvernement écossais pour examiner si les méthodes de pêche statique peuvent être utilisées de manière sûre et efficace dans le parc éolien offshore flottant Equinor Hywind. Le site Hywind est situé à 15 milles nautiques à

l'est de Peterhead, dans le nord-est de l'Écosse, et se compose de cinq turbines flottantes dont les fondations sont de type SPAR.

Les casiers à poissons et les méthodes de pêche à la ligne utilisés dans les essais de SeaShare ont été utilisés dans des projets antérieurs pour étudier la viabilité commerciale des méthodes dans les pêcheries écossaises (MacDonald et Mair 2017). Un projet plus récent dans le cadre duquel la Marine Directorate a utilisé les casiers à poissons est le projet Fisheries Innovation Scotland (FIS) visant à "évaluer le potentiel d'une pêche démersale au casier à corégone à l'ouest de l'Écosse" (FIS025). Le projet FIS a débuté en juillet 2018 et le travail sur le terrain s'est achevé en décembre 2022 après un long retard dû à la pandémie de Covid-19. Le rapport final sera publié à l'été 2023. Le projet FIS a consisté à déployer des pièges à poissons à partir d'un chalutier à poisson blanc, le Carina, dans diverses zones profondes au large de la côte nord-ouest de l'Écosse. L'objectif du projet FIS était de tester le déploiement des pièges à poissons à des profondeurs plus importantes et dans des zones à forte densité de poissons, et de collecter des données sur la composition des captures et les taux de capture des poissons démersaux commercialisables. Les casiers à poissons ont été déployés dans des zones inadaptées aux chalutiers en raison des risques élevés d'accrochage, notamment à proximité d'épaves, ce qui présente des similitudes avec les défis posés par le déploiement des pièges à poissons dans les parcs éoliens offshore flottants. Outre l'utilisation des mêmes pièges à poissons, les leçons tirées du projet FIS ont joué un rôle majeur dans l'élaboration et l'influence du projet "SeaShare".

Le projet SeaShare vise à combler les lacunes de connaissances identifiées dans le cadre du programme Scottish Marine Energy Research (ScotMER). En particulier, le evidence gap ‘FF.05-2022 Coexistence between offshore renewables and commercial fishing’ on the ScotMER Fish and Fisheries evidence map[1].

Le projet améliore considérablement notre compréhension de la pêche dans les parcs éoliens offshore flottants et fournit des informations et des recommandations sur les bonnes pratiques.

But, objectifs et questions scientifiques

But : tester la sécurité et la faisabilité d'une pêche commerciale statique dans le parc éolien offshore flottant Hywind.

Objectifs :

1. Réaliser une première évaluation de la sécurité du déploiement d'engins statiques (casiers à poissons et nasses) et de systèmes semi-automatiques de pêche à la ligne de type commercial dans des zones sélectionnées à l'intérieur du parc éolien offshore flottant Hywind.

[1] Fish and Fisheries ScotMER Receptor Group - gov.scot (www.gov.scot)

2. Recueillir des données sur les captures et les espèces à partir d'une flotte de casiers à poissons, de nasses et de turluttes dans le parc éolien offshore flottant Hywind..

Questions scientifiques :

1. La pêche peut-elle être pratiquée dans le parc éolien sans endommager l'équipement de pêche ou les infrastructures du parc éolien ?
    a. Quels types d'engins de pêche peuvent être utilisés dans le parc éolien flottant Hywind (pêche à la ligne, casiers à poissons, nasses, etc.) ?
        i. Spécification de la méthode de pêche testée pour chaque type d'engin - longueur des filières, nombre de pièges/creux par filière, lest utilisé, etc.
        ii. Temps de trempage
        iii. Captures (espèces, longueur, poids, fréquence/nombre)
    b. Tester les "zones d'essai de pêche" au sein du parc éolien flottant désignées par Equinor par rapport à la zone témoin.
        i. Ces zones offrent-elles un espace suffisant pour déployer et relever les engins de pêche ?
        ii. Sont-elles situées à une distance sûre de l'éolienne ?
        iii. Dérive des engins

2. En utilisant les méthodes de pêche de ce projet, décrivez en termes qualitatifs tout changement saisonnier dans la composition des captures au cours du projet SeaShare.

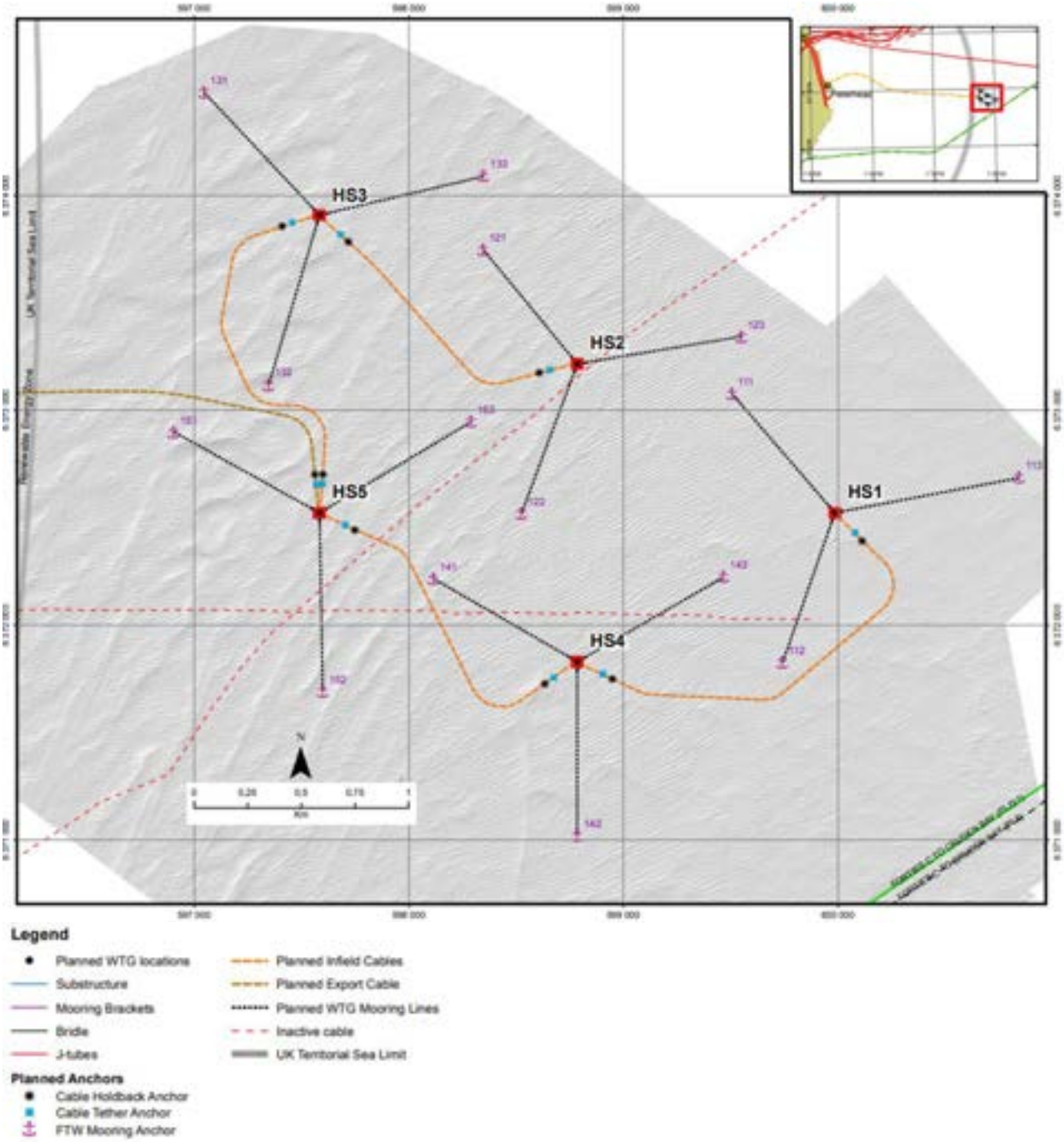

Figure 1. Map presenting the locations of the five turbines and associated subsea infrastructure at Equinor's Hywind floating offshore wind farm.

2. Méthodes

Site

Le parc éolien offshore flottant Hywind Scotland, situé à 25 km à l'est de Peterhead au niveau du Buchan Deep, est opérationnel depuis 2017 (Figure 1). Il se compose de cinq turbines flottantes dont les fondations sont de type "spar buoy" (figure 2). Les cinq turbines sont situées à environ 1 350 m l'une de l'autre et sont fixées au fond marin par un système d'amarrage à trois points utilisant trois ancres à succion par turbine. Les lignes d'amarrage pendent librement dans la colonne d'eau et s'étendent jusqu'à environ 700 m - 850 m de l'éolienne avant de toucher le fond marin. (Figure 3). Les turbines sont reliées entre elles par des câbles inter-éoliennes. Ces câbles inter-éoliennes sont également partiellement suspendus et s'étendent jusqu'à environ 175 m des turbines, où ils sont lestés jusqu'au fond de la mer (figure 4).

Il existe actuellement plusieurs types de fondations éoliennes flottantes, notamment : la plate-forme spar, la plate-forme semi-submersible, la plate-forme sur barge et la plate-forme à ancrages tendus (figure 2). La figure 3 présente un diagramme du type de fondation de l'éolienne flottante "spar", du câblage dynamique, des lignes d'amarrage et de l'ancre. L'empreinte spatiale de l'infrastructure sous-marine est ce qui rend certains types de pêche, par exemple les engins trainants ou dérivants, difficiles dans les parcs éoliens offshore flottants en raison du risque potentiel d'accrochage des engins de pêche.

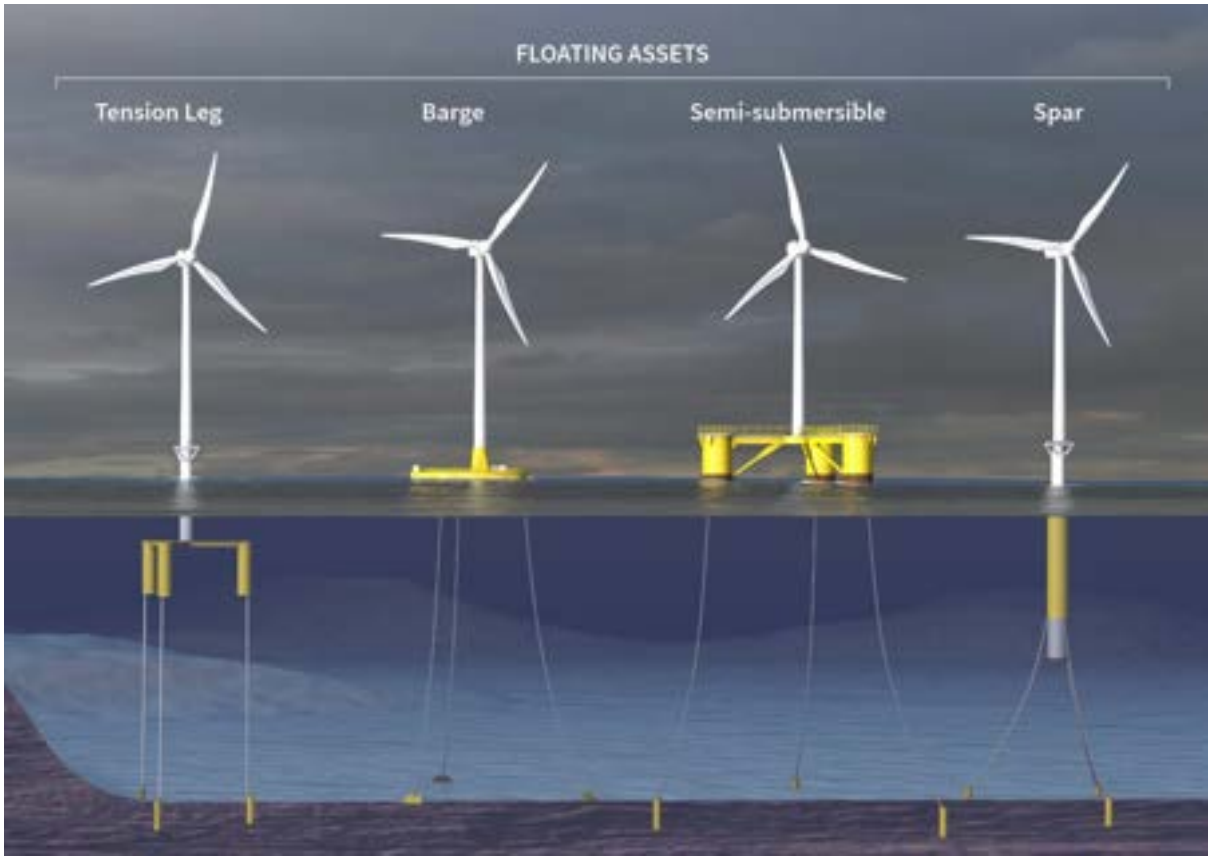

Figure 2. Current types of floating wind foundations (Acteon.com)

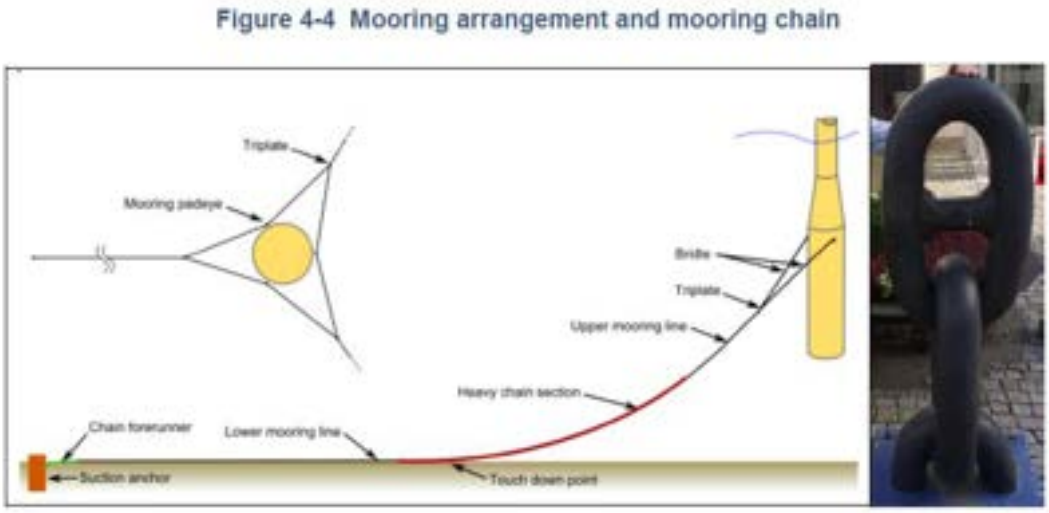

Figure 3. Visualisation of the touch down mooring arrangement, mooring line and suction anchor used at the Hywind wind farm (Equinor.com ES)

Figure 4-5 Schematic of the attachment of the inter-array cable to the WTG showing lazy wave configuration

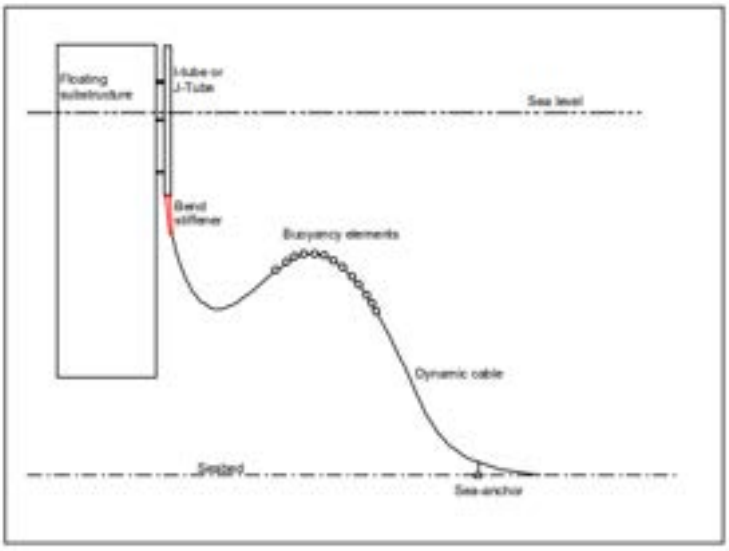

Figure 4. Diagram of the inter-array cables design used at the Hywind wind farm (Equinor.com)

<u>Conditions environnementales du site, espèces de poissons présentes et habitat des poissons</u>

La profondeur de l'eau au niveau du parc éolien Hywind varie entre 98 et 117 mètres environ, et devient plus importante du nord au sud. La direction des vagues est principalement du nord, les marées se déplaçant selon un schéma nord-sud, et le site peut connaître de fortes marées. Le fond marin dans la zone de déploiement des turbines est constitué de sable et de gravier avec des ondulations, à l'exception de quelques zones de blocs rocheux dispersés, principalement dans le coin sud-ouest (Figure 5). Les ondulations dans la zone nord du parc éolien ont une hauteur d'environ 0,5 m et se superposent à des dunes de sable beaucoup plus grandes, d'une hauteur de 1 à 3 m et d'une longueur d'onde allant jusqu'à 250 m. La zone située à l'extérieur de la zone de déploiement des éoliennes, jusqu'au rivage, se compose principalement de sable et de gravier, mais elle est généralement plus plate et ne comporte que quelques ondulations occasionnelles. Il y a des affleurements rocheux et des rochers le long du corridor de la route du câble d'exportation. (Hywind ES 2015).

En ce qui concerne l'échantillonnage des sédiments et l'analyse de la taille des particules, dans la zone de déploiement des turbines, les sédiments sont en grande partie composés de sable moyen à fin, avec du sable grossier, des cailloux très fins et des cailloux devenant plus prédominants vers le milieu du corridor du câble d'exportation. La matière organique totale (%) était faible à la fois dans la zone nord du parc éolien et le long du corridor du câble d'exportation où elle variait de 0,75 à 2,1 % (MMT 2013).

La majeure partie de la zone de déploiement des turbines est constituée de sédiments sableux (biotope "sable circalittoral offshore" (SS.SSa.OSa)). L'imagerie du fond marin a révélé une communauté animale très clairsemée sur le fond (c'est-à-dire l'épifaune) ainsi que des parcelles de petits champs de blocs rocheux (Figure 5).

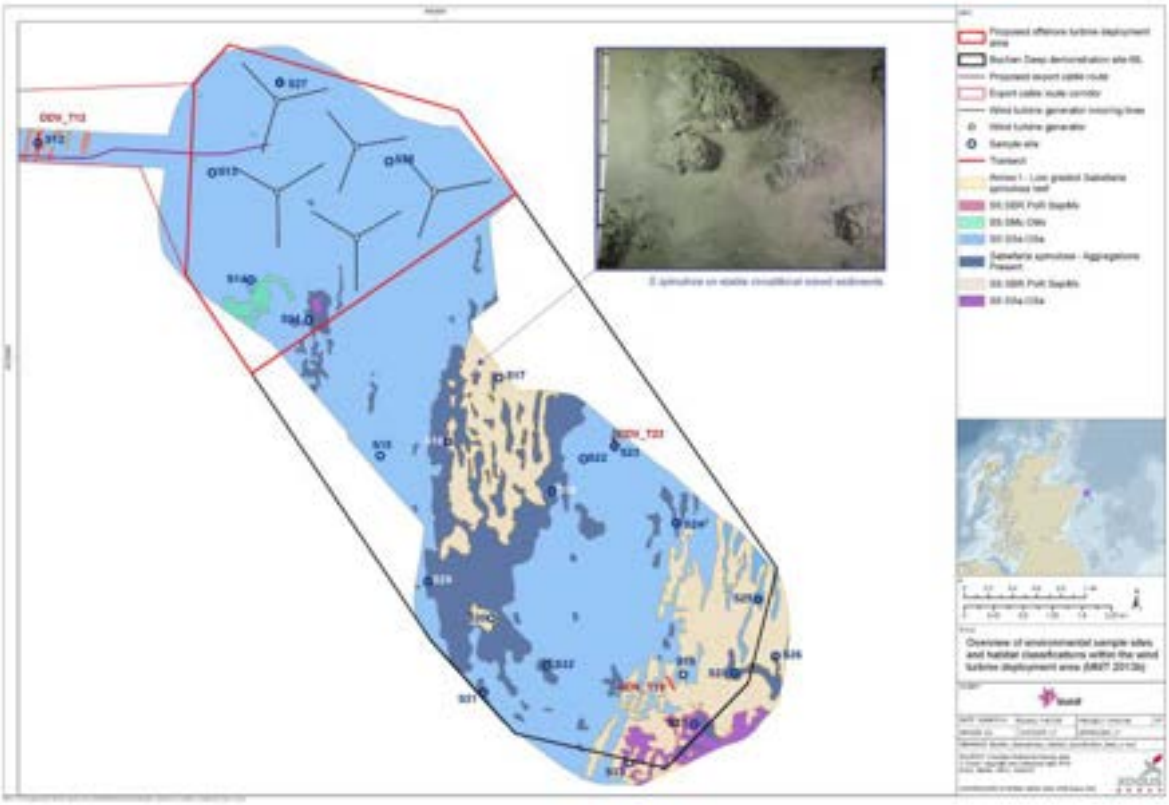

Figure 5. Habitat classifications within the wind farm area (MMT, 2013b in Hywind ES)

Le tableau 1 présente une liste des espèces de poissons et de crustacés marins présents dans la zone du parc éolien Hywind, dont plusieurs espèces commerciales.

Les zones de frai du hareng coïncident avec la zone des éoliennes. Les zones de reproduction du hareng, du sprat et du maquereau se trouvent également dans la zone du projet.

Les zones de frai à haute intensité pour le lançon et les zones de frai à faible intensité pour le cabillaud, la plie, le lieu noir et le merlan se chevauchent avec le corridor du câble et la zone du projet (Hywind ES 2015).

Table 1. List of marine fish and shellfish species reported to be found in the Hywind wind farm area (Hywind ES 2015).

Marine Fish	**Shellfish**
Pelagic	Veined squid (*Loligo forbesi*)

Herring (*Clupea harengus*)	Brown crab (*Pagurus cancer*)
Sprat (*Sprattus sprattus*)	Velvet crab (*Necora puber*)
Mackerel (*Scomber scombrus*)	Scallop (*Pecten maximus*)
Demersal	Norway lobster (*Nephrops norvegicus*)
Raitt's sandeel (*Ammodytes marinus*)	European lobster (*Homarus gammarus*)
Cod (*Gadus morhua*)	
Haddock (*Melanogrammus aeglefinus*)	
Whiting (*Merlangius merlangus*)	
Plaice (*Pleuronectes platessa*)	
Lemon Sole (*Microstomus kitt*)	
Anglerfish (*Lophius piscatorius*)	
Ling (*Molva molva*)	
European hake (*Merluccius merluccius*)	
Norway pout (*Trisopterus esmarkii*)	
Saithe (*Pollachius virens*)	
Spotted ray (*Raja montagui*)	
Common skate (*Dipturus batis*)	
Spurdog (*Squalus acanthias*)	
Tope (*Galeorhinus galeus*)	

Pêche commerciale dans la zone des turbines

Le maquereau et le hareng étaient exploités commercialement dans la zone du projet. Des pêcheries démersales de faible niveau ciblant l'églefin, la langoustine et le calmar existaient principalement dans la zone de déploiement des turbines. L'activité de pêche pélagique était également faible dans la zone de déploiement des turbines (l'activité pélagique étant plus importante dans le couloir du câble d'exportation).

Zone d’échantillonage

Le Marine Directorate a entrepris une excursion de deux jours à bord de son navire de recherche, Alba na Mara, en juin 2021 pour familiariser le personnel avec le site Hywind et les méthodes de pêche. Les "zones de pêche" désignées pour le voyage d'essai sur l'Alba en 2021 et le voyage 1 de ce projet étaient basées sur des paramètres plus prudents et étaient plus petites et plus éloignées des turbines que celles utilisées lors des voyages ultérieurs dans le cadre du projet SeaShare. Après la première sortie, les zones de pêche ont été affinées pour être basées sur les paramètres de sécurité présentés dans le tableau 2. Les nouvelles zones étaient plus grandes et plus proches des turbines tout en restant à une distance de sécurité. La figure 6 présente les zones de pêche utilisées lors de la première sortie sous forme de lignes pointillées et les zones de pêche utilisées à partir de la deuxième sortie sous forme de lignes pleines.

La zone d'échantillonnage pour l'essai a été divisée entre l'intérieur et l'extérieur de la zone du parc éolien. Trois "zones de pêche" à l'intérieur du parc éolien ont été désignées par Equinor pour les besoins de ces essais, sur la base de divers paramètres de sécurité tels que les distances de sécurité des navires par rapport aux turbines, aux câbles de réseau/exportation et aux lignes d'amarrage/ancres (tableau 2). Une quatrième zone a été désignée en dehors de la zone du parc éolien comme zone témoin afin de comparer la capacité à pêcher en dehors du parc éolien et à l'intérieur du parc éolien. La zone 1 révisée, telle qu'elle apparaît sur la figure 6, a été établie pour éviter un câble dans le champ et un câble de télécommunication inactif traversait également la zone 2.

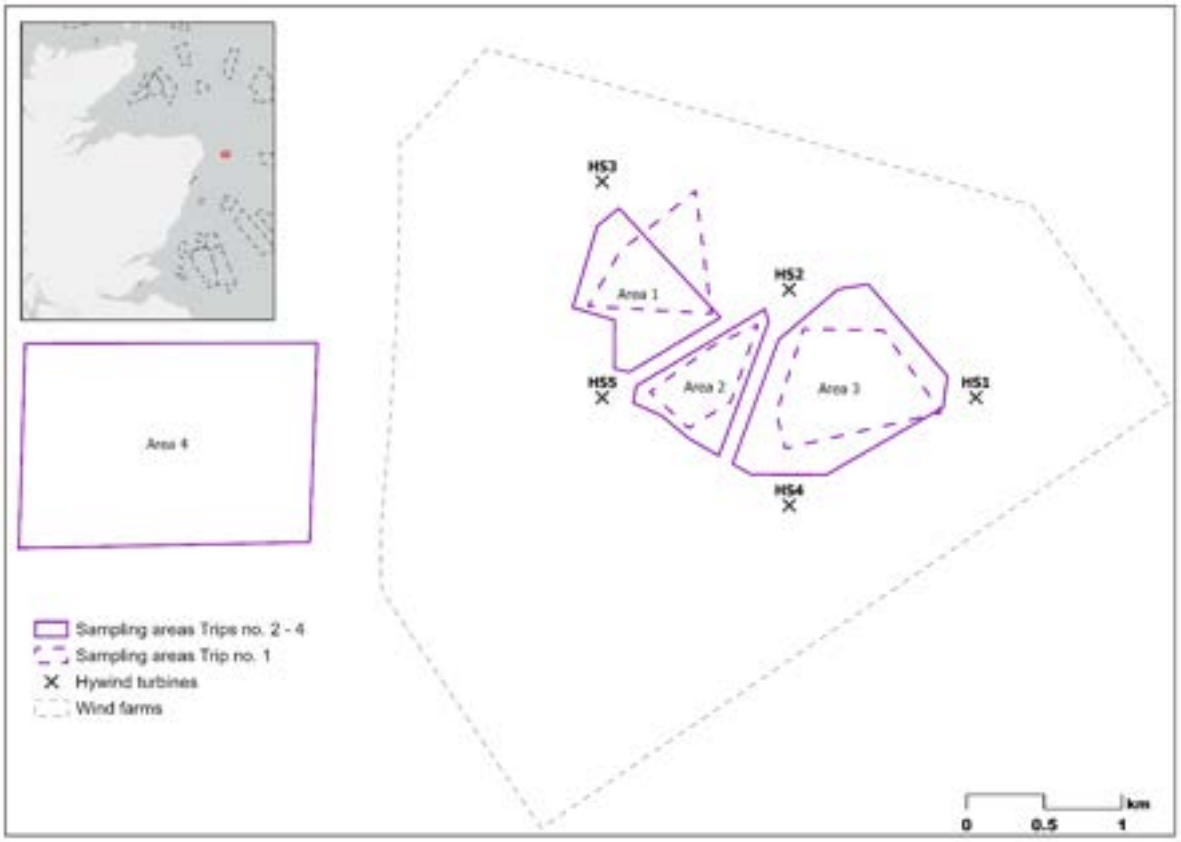

Figure 6. Three 'fishing trial areas' designated by Equinor within the wind farm and fourth area outside the wind farm area as a control.

Table 2. Safety parameters set by Equinor.

Name*	Distance for Vessel*
Wind Turbine Generator	>200 m
Mooring Anchors & Mooring Lines**	50 m
Inter-array cables lying on seabed**	50 m
Dynamic sections of export/inter-array cable**	200 m

** When towing equipment/mooring/anchoring. Distances refer to towed equipment distance from the vessel. For example: if a tow fish is being towed 25 m behind a vessel, to maintain a 50 m safety distance from the mooring line, the vessel should be 75 m away.*

***When vessel is passing in transit no safety distance is required*

Programme d'échantillonage

Une partie différente de chaque zone de pêche a été pêchée à chaque visite afin d'imiter les pratiques de pêche commerciale et d'éviter de "pêcher un endroit", c'est-à-dire que le parcours de pêche était différent à chaque fois dans la "zone de pêche" afin de maximiser la proportion de chaque zone de pêche qui a été échantillonnée et de permettre la capacité de s'adapter à différentes conditions de mer et de marée. Quatre méthodes de pêche ont été testées (casiers à poissons, nasses à crabes, nasses à crevettes et lignes à moulinets électroniques). Chaque jour de pêche, un engin de pêche différent a été déployé dans chaque zone de pêche (tableau 3).

Table 3. Example of the rotational fishing method on each day of the trial

Day 1	deploy fish traps in area 1	deploy crab creels in area 2	deploy prawn creels in area 3	jig in area 4
Day 2	haul fish traps and deploy in area 2	haul crab creels and deploy in area 3	haul prawn creels and deploy in area 4	jig in area 1
Day 3	haul fish traps and deploy in area 3	haul crab creels and deploy in area 4	haul prawn creels and deploy in area 1	jig in area 2
Day 4	haul fish traps and deploy in area 4	haul crab creels and deploy in area 1	haul prawn creels and deploy in area 2	jig in area 3
Day 5	haul fish traps	haul crab creels	haul prawn creels	

L'ordre de déploiement des engins dans chaque zone de pêche a été influencé par les conditions météorologiques et les marées afin de s'assurer que les meilleures conditions étaient utilisées. L'ordre de déploiement des engins pour chaque sortie est présenté dans la section des résultats.

Avant chaque sortie, un "avis aux navigateurs" a été diffusé à une liste de parties prenantes concernées, y compris les ports, les représentants de la pêche, les organismes de navigation et de sauvetage en mer, donnant des détails sur l'essai et l'emplacement de l'engin déployé. Ceci était particulièrement important car les engins statiques ont été laissés sur place pendant la nuit à l'intérieur et à l'extérieur du parc éolien. Les engins ont été marqués de manière appropriée, réduisant ainsi tout risque de conflit avec les autres pêcheurs de la zone.

Choix du navire

Le BF 74 "Seagull" a été choisi pour effectuer l'essai (figure 7). Le Seagull mesure 30 mètres de long, 8 mètres de large et a un tirant d'eau de 0,6 mètre. Il s'agit d'un ancien chalutier commercial de pêche au poisson blanc qui assure désormais des fonctions de garde pour les parcs éoliens en mer. Ce navire a été très utile au projet car l'équipage avait à la fois une longue expérience de la pêche commerciale et une expérience du travail à l'intérieur et autour des parcs éoliens en mer. Le Seagull a été choisi parce qu'il disposait d'un grand espace de pont (2 ponts d'environ 50 m2 d'espace de travail chacun) pour stocker et utiliser les engins de pêche statiques, qu'il avait l'équipement et la capacité de hisser en toute sécurité les engins statiques (par exemple, un enrouleur) et qu'il avait une propulsion et une manœuvrabilité suffisantes pour travailler en toute sécurité à l'intérieur du parc d'éoliennes. Le navire répondait également aux réglementations strictes en matière de COVID, ce qui constituait un élément essentiel du processus de sélection des navires à l'époque de la pandémie de covid19.

Figure 7. The Seagull (BF 74) was chartered for the project (photo credit: Kirsty Wright)

Sécurité à bord du navire

Les évaluations des risques pour le projet ont été approuvées et distribuées à tous les membres du projet avant le début du travail sur le terrain. Un briefing sur la sécurité a été donné par le capitaine aux scientifiques et à l'équipage avant le départ. Ce briefing comprenait la connaissance du navire et les procédures de sécurité de base. Les procédures de sécurité associées au processus de déploiement et de remontée de l'engin ont également été communiquées à toutes les personnes à bord du navire.

Un registre des observations de sécurité pour chaque déploiement a été tenu par les personnes à bord, qui incluait tout engin perdu, accrochage d'engin ou problème à bord du navire. La distance entre le navire et les turbines a été étroitement surveillée par le capitaine à l'aide du système de traçage en direct et des coordonnées de l'infrastructure/des contours fournies par Equinor.

Static fishing gear

1. **Casiers à poissons**

Des casiers à poissons à trois étages ont été utilisés dans le cadre de cet essai. Ils ont été conçus et construits par le personnel de Marine Directorate spécialisé dans les engins de pêche et avaient déjà été testés à bord de navires commerciaux, où ils s'étaient révélés à la fois robustes et très efficaces pour capturer les grands poissons démersaux. Les casiers à poissons ont également été déployés dans des zones marines protégées (ZMP) et à proximité d'épaves ; ils sont donc parfaitement adaptés à un déploiement dans des environnements sensibles et difficiles. De forme cubique, les pièges ont une base de 150 cm x 110 cm, une hauteur de stockage d'environ 20 cm et une hauteur totale de 120 cm lorsqu'ils sont submergés et opérationnels. Chaque piège possède trois entrées verticales dans le premier compartiment, qui est appâté. Un grand entonnoir mène à la première section et un deuxième grand entonnoir mène des deux sections inférieures à un compartiment supérieur. Après avoir pénétré dans le panneau supérieur, les poissons ont au moins deux entrées à négocier avant de pouvoir s'échapper (figure 8). Des éléments flottants (flotteurs en plastique et mousse de polystyrène résistante) sont incorporés pour soulever la partie supérieure du casier et les murs lorsqu'ils sont immergés. La mise en place de la flottabilité garantit que les pièges restent en position verticale lorsqu'ils s'étendent pendant la descente et lorsqu'ils sont en position sur le fond marin. La figure 9 présente le casier à poissons en position verticale, prêt à être déployé. Des poids sont également ajoutés aux casiers pour leur donner une flottabilité négative et s'assurer qu'ils restent au fond de la mer. Chaque casier est pliable à des fins de stockage, ce qui était un avantage important pour préserver l'espace sur le pont.

Deux types de casiers à trois compartiments ont été utilisés :

1. Casiers à poissons de pêche commerciale (grandes mailles de 60 mm, en matériau corallin torsadé)
2. Des casiers à poissons de type « biodiversité » (petites mailles de 20 mm, utilisés dans les récentes études sur les ZMP côtières). Les casiers à poissons « biodiversité » sont fabriqués à partir d'un matériau sans nœud qui est utilisé de manière standard dans l'aquaculture et les expériences scientifiques sur les poissons, car il n'endommage pas les poissons, ce qui signifie qu'ils sont capturés en bon état.

Le tableau 4 présente d'autres spécifications des deux types de pièges à poissons utilisés dans cet essai.

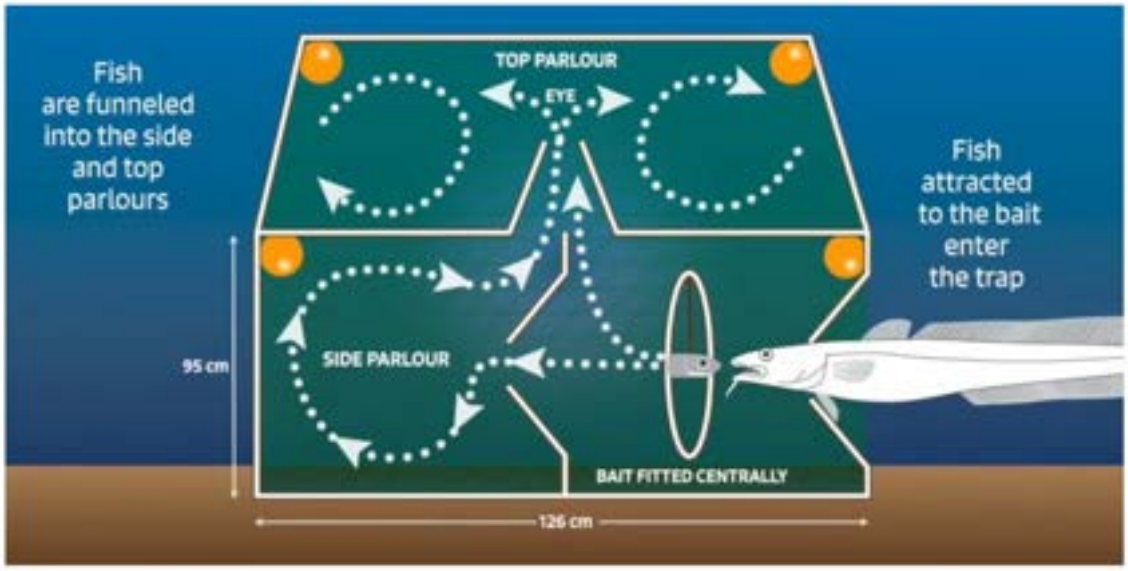

Figure 8. Fish trap design

Les casiers ont été utilisés par filière de huit, sur des lignes secondaires distantes de 30 m, et les types de casiers ont été alternés le long de chaque filière. Les filières ont été convenablement lestées pour éviter autant que possible les problèmes de dérive, mais la compréhension de la dérive potentielle de l'engin dans cette zone faisait partie de l'essai.

<u>Déploiement des pièges à poissons et méthode de relevage</u>

Avant le filage, les casiers à poissons ont été disposés sur le pont dans l'ordre de filage. La filière principale a été disposée avec les lests et les casiers, qui ont ensuite été attachés l'un après l'autre. L'orin a été enroulé sur chaque casier pour éviter les enchevêtrements une fois le déploiement commencé. Lors de l'approche de la position de filage, le premier lest est suspendu par-dessus le bord et maintenu à l'aide d'une courte longueur de cordage de 10 mm. La première balise (bouée de marquage et mât de pavillon) et le cordage d'extrémité sont tirés, puis, une fois le bateau en position et ralenti à environ quatre nœuds, le cordage de retenue est largué et le lest est libéré. À partir de ce moment, aucune intervention de l'équipage n'est nécessaire et les casiers se déploient d'eux-mêmes dans l'ordre en suivant les lests, en terminant par

le dernier lest, le cordage d'arrivée et le marqueur de surface. Les positions de la première bouée/balise, du premier lest, de la deuxième bouée/balise et du deuxième lest ont été enregistrées à chaque déploiement.

Le processus de relevage a nécessité la mise en place d'une bosse (courte amarre en cordage) entre l'enrouleur vide du navire, situé sur le pont supérieur, et la poulie d'accrochage située au centre du portique. La balise et la bouée ont été saisis par le côté tribord, détachés et les extrémités de la bosse et du cordage d'extrémité ont été attachées ensemble. Le navire s'éloigne ensuite en prenant soin d'éviter que le cordage d'extrémité n'entre en contact avec l'hélice. Le relevage commence alors avec le premier lest d'extrémité ramené à bord, détaché et les casiers récupérés un par un, suivi par le deuxième lest d'extrémité. L'enrouleur s'arrête une fois que l'autre bouée est ramenée à bord. A la fin du processus la filière est enroulée sur l'enrouleur et les autres parties de l'engin sont détachées, stockées sur le pont, prêtes pour le traitement des captures et le redéploiement. Pendant les opérations de relevage, la tension a été surveillée de près et des notes ont été prises sur tout accrochage au fond de la mer. Chaque casier remontés était observé et contrôlé pour vérifier que les cordages des branches n'étaient pas emmêlés ou qu'il n'y avait pas d'autres signes indiquant que le déploiement n'avait pas été optimal.

Une fois sur le pont, tous les casiers étaient examinés pour vérifier s'ils étaient endommagés et notés comme valides ou non valides s'ils présentaient des dommages importants permettant à la capture de s'échapper. Pour traiter les captures, la partie supérieure des casiers a été soulevée par, la porte a été ouverte et les captures ont été vidées sur le pont, prêtes à être triées. Une fois le casier vidé, son contenu a été trié dans des seaux individuels étiquetés, un pour les poissons et un pour les invertébrés, et déplacé pour éviter tout mélange et permettre l'enregistrement séparé de chaque prise.

Table 4. Fish trap specifications

Trap design	**Target species**	**Deployment area**	**Deployment method**	**No. of traps used**	**Bait used**
Commercial catch fish traps (large mesh size)	Commercial gadoids (Haddock, Whiting, Cod, Ling)	Deployed both inside and outside the wind farm area	Self-shooting i.e., no human involvement in deployment for safety	4	Frozen mackerel and squid or fresh mackerel and crab
Biodiversity fish traps (small mesh size)	Fish of all sizes and species	Deployed both inside and outside the wind farm area	Self-shooting i.e., no human involvement in	4	Frozen mackerel and squid or fresh mackerel and crab

			deployment for safety		

Fish trap outputs:

1. Operational safety information and a comprehensive log of each fleet deployment documenting exactly how each deployment and retrieval went and logging any/all incidents.
2. Location points on vessel plotter and GIS map – the location of the first dhan marker, first weight, second weight and second dhan marker will be recorded.
3. For all fish/trap/deployment: total catch weights per species and length frequency.
4. All commercial invertebrates (crustaceans, squid): total catch weights per species and length frequency.
5. All other invertebrates: total catch weight and a count. Photographs taken for identification.

Figure 9. Fish trap

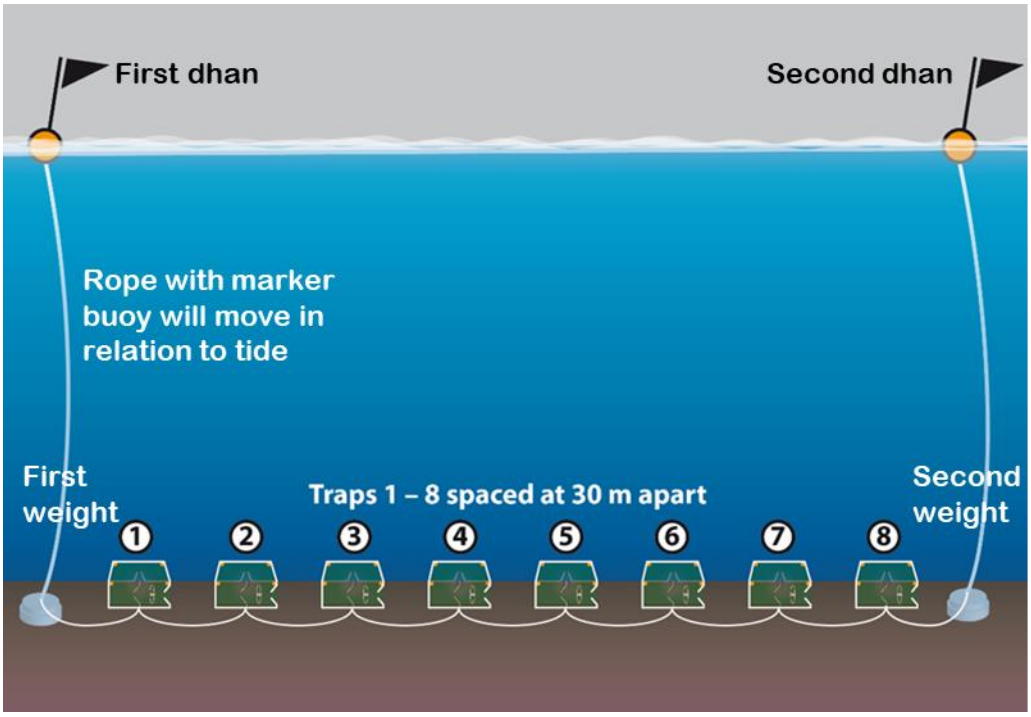

Figure 10. Layout of standard fleet of 8 fish traps used during the trial.

2. Jiggers

Au total, trois moulinets électroniques ont été utilisés pour cibler le maquereau pélagique. L'installation de la ligne consiste en un grand moulinet de pêche électronique (Diawa Tanacom à grande profondeur), alimenté par une batterie à cycle profond de 12 volts et entièrement programmable avec différentes vitesses de filage et de récupération. Les moulinets sont automatiquement programmés pour s'arrêter à 5 m de la surface, puis sont commutés sur une manivelle manuelle pour plus de sécurité. Les lignes sont des lignes de pêche fine et sont dotés de mécanismes de rupture intégrés à plusieurs endroits en cas d'accrochage de l'équipement. Chaque ligne utilisait 8 hameçons de taille 2/0 avec un petit hackle blanc et bleu, une guirlande argentée et une gaine en caoutchouc thermorétractable rouge, imitant un petit lançon. Les appâts étaient également chargés sur les hameçons. Le tableau 5 présente les spécifications.

Table 5. Jigger specifications

Jigger	Target species	Deployment area	Deployment method	Bait used
Electronic jigger	Mackerel, commercial gadoids (cod, haddock, saithe, Pollock)	Inside and outside the wind farm area	Jigging drifts as the vessel drifted with the tide	Lures (bottom 3 hooks only) tipped with fresh mackerel strip

Jigger Outputs:
1. Operational safety information and a comprehensive log of each jigging deployment.
2. For all commercial fish/deployment: total catch weights per species and length frequency.
3. Location points on vessel plotter and GIS map – drift points were recorded at a rate of 20 second intervals.

3. Nasses

Des nasses à crevettes et à crabes commerciaux, de construction lourde, ont été testées dans le cadre du projet. Elles ont été déployées selon une méthode de rotation et laissées pendant la nuit pour un temps d'immersion d'environ 24 heures.

Les nasses à crabes et à crevettes ont été utilisées par filière de 20, les nasses à crabes étant placées sur des lignes secondaires distantes de 20 m et les nasses à crevettes sur des lignes secondaires distantes de 16 m, le long d'une filière principale. Le tableau 6 présente les spécifications des nasses à crabes et à crevettes.

Les nasses ont été déployées et remontées selon la même méthode que les casiers à poissons décrits dans la section consacrée aux casiers à poissons.

Table 6. Creels specifications

Creel type	Target species	Deployment area	Deployment method	No. of creels used	Bait used
Crab creels	Brown crab	Deployed both inside and outside the wind farm area	Self-shooting i.e., no human involvement in deployment for safety	20	Frozen or fresh mackerel
Prawn creels	Prawns/*Nephrops*/ Norway lobster	Deployed both inside and outside the wind farm area	Self-shooting i.e., no human involvement in deployment for safety	20	Frozen or salted mackerel

Creel Outputs:
1. Operational safety information and a comprehensive log of each deployment of creel fleet.
2. For all commercial shellfish/fleet: total catch weights per species and length frequency.
3. Location points on vessel plotter and GIS map – the location of the first dhan marker, first weight, second weight and second dhan marker will be recorded.

Autres équipements

Liste des autres équipements importants utilisés lors des essais :

- Balises AIS x6 - rayon de 10 milles
- Marqueurs Dhan - mâts de drapeau avec une bouée pour marquer l'emplacement de l'engin.
- Ordinateur portable - l'ordinateur portable était compatible avec le SIG et pouvait être utilisé hors ligne. L'ordinateur portable était branché directement sur le système de traçage du navire afin d'enregistrer des positions GPS précises.
- Congélateur - pour conserver les appâts et les échantillons de poissons et d'invertébrés.
- Plusieurs seaux en plastique - pour stocker les prises et les séparer par casier/nasse/ligne.
- Des balances de bord de mer - pour peser les prises.
- Pieds à coulisse - pour mesurer la longueur de la carapace des crabes.
- Planche à mesurer le poisson - pour mesurer la longueur des poissons et d'autres espèces.
- Enregistreur GPS portable - un iPhone et une application de localisation GPS appelée "myTracks" ont été utilisés pour enregistrer les trajectoires des navires chaque jour. Ces données ont ensuite été ajoutées au SIG pour créer une carte des déploiements quotidiens.
- Fiches d'échantillonnage/de données sur papier imperméable avec planchette à pince et crayon - pour enregistrer les données de capture.
- Équipement de protection individuelle (EPI) - gilets de sauvetage, casques de protection, bottes en caoutchouc, vêtements de protection, etc.
- Poids, cordes, chaînes et bouées de rechange.

Sampling methods

Commercial fish

All fish species were identified (and additionally sexed in the case of elasmobranchs), weighed and total length (tip of the snout to the tip of the longer lobe of the caudal fin) to the cm below (0.5 cm below in the case of herring)

measured for all individuals. Figure 11 presents the method of a fish being measured.

Figure 11. Fish (Haddock) being measured on the fish measuring board.

Invertebrates

Commercial crustaceans (brown crab, velvet crab) were identified and sorted by sex and ovigerous (egg carrying) state. A carapace width measurement to the mm below was recorded for each individual (Figure 12).

Figure 12. Brown crab carapace width being measured using callipers.

Fish and shellfish species caught during the project were returned to the sea alive where possible and others were used as bait or for human consumption.

SIG

La localisation GPS et le suivi du navire tout au long de la sortie ont été enregistrés à l'aide du système de traçage du navire et de l'application iPhone "my Tracks" et de suivi de la localisation GPS. La position GPS de l'engin déployé a été enregistrée sur le système de traçage du navire et sur l'ordinateur portable du SIG. Les positions de l'engin statique ont été enregistrées pour chaque déploiement et chaque virage et comprenaient les emplacements de la première bouée-balise, du premier lest, du deuxième lest et de la deuxième bouée-balise.

Pièges à poissons et nasses - positions enregistrées

1. Première bouée filée/virée
2. Premier lest filé/viré
3. Deuxième lest filé/viré
4. Deuxième bouée filée/virée

Lignes - emplacements enregistrés

1. Point de départ de la dérive
2. Points enregistrés toutes les 20 secondes le long de la dérive
3. Point final de la dérive

Les données GPS de l'application iPhone ont été converties au format SIG et toutes les données SIG ont été rassemblées dans un projet SIG. Les emplacements des déploiements d'engins et des remontées ont ensuite été reportés sur des cartes pour chaque sortie.

3. Results

In total, five trips were planned from June 2022 to November 2022 however the first planned trip in June was cancelled due to the Covid-19 pandemic. Trip 1 in July and Trip 4 in November were impacted by adverse weather conditions including thick fog, high winds and high wave swell which made it unsafe to go to sea and work within the wind farm for either some or all the planned time. There were three successful days on Trip 1 and only jigging was possible on day one of Trip 4, meaning that four days were lost. Both Trip 2 and Trip 3 achieved a full rotation of all areas and all gear across five days.

Trip 1

Trip one was undertaken from 25th July to 29th July 2022. Table 7 presents the schedule of the trip including the activities undertaken each day and Figure 13, Figure 14 and Figure 15 present GIS maps displaying the vessel tracks and gear positions for each day of the trip. As previously mentioned, the old 'fishing area' shapes were used for Trip 1 as reflected in the maps.

Table 7. Trip 1 schedule

Day 1	Crab creels deployed in Area 4	Prawn creels deployed in Area 3	Fish traps deployed in Area 1	Jigging in Area 2	
Day 2	Weather and conditions were unsuitable to undertake work				
Day 3	Hauled crab creels from Area 4	Hauled prawn creels from Area 3	Prawn creels deployed in Area 4	Crab creels deployed in Area 3	Unable to recover fish traps and carry out jigging due to unsuitable weather/conditions
Day 4	Hauled fish traps from Area 1	Hauled crab creels from Area 3	Hauled prawn creels from Area 4	Jigging in Area 2	

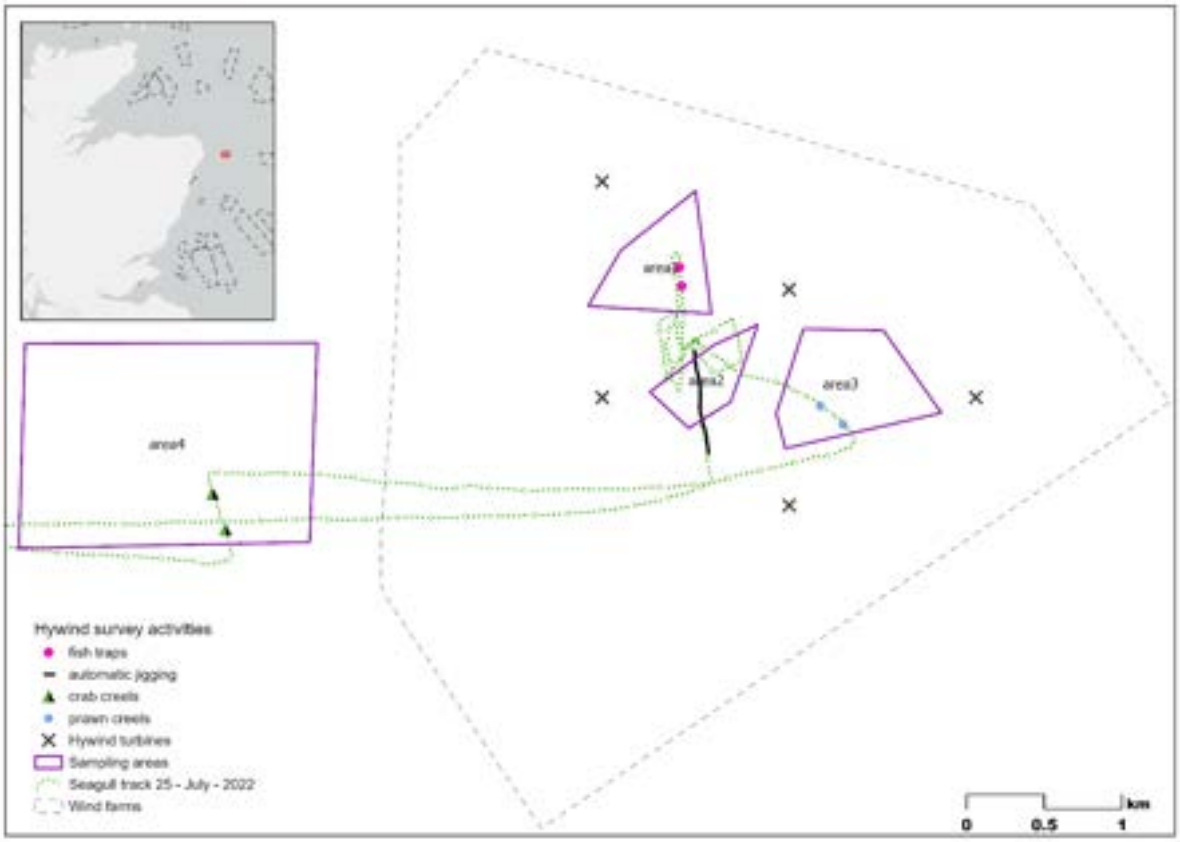

Figure 13. Trip 1, Day 1 GPS tracks and gear positions

On the above and following maps, the black line across the areas is the automatic jigging. The black line is made up of single black dots that are continuously recorded points along the jigging drift to make up the black line.

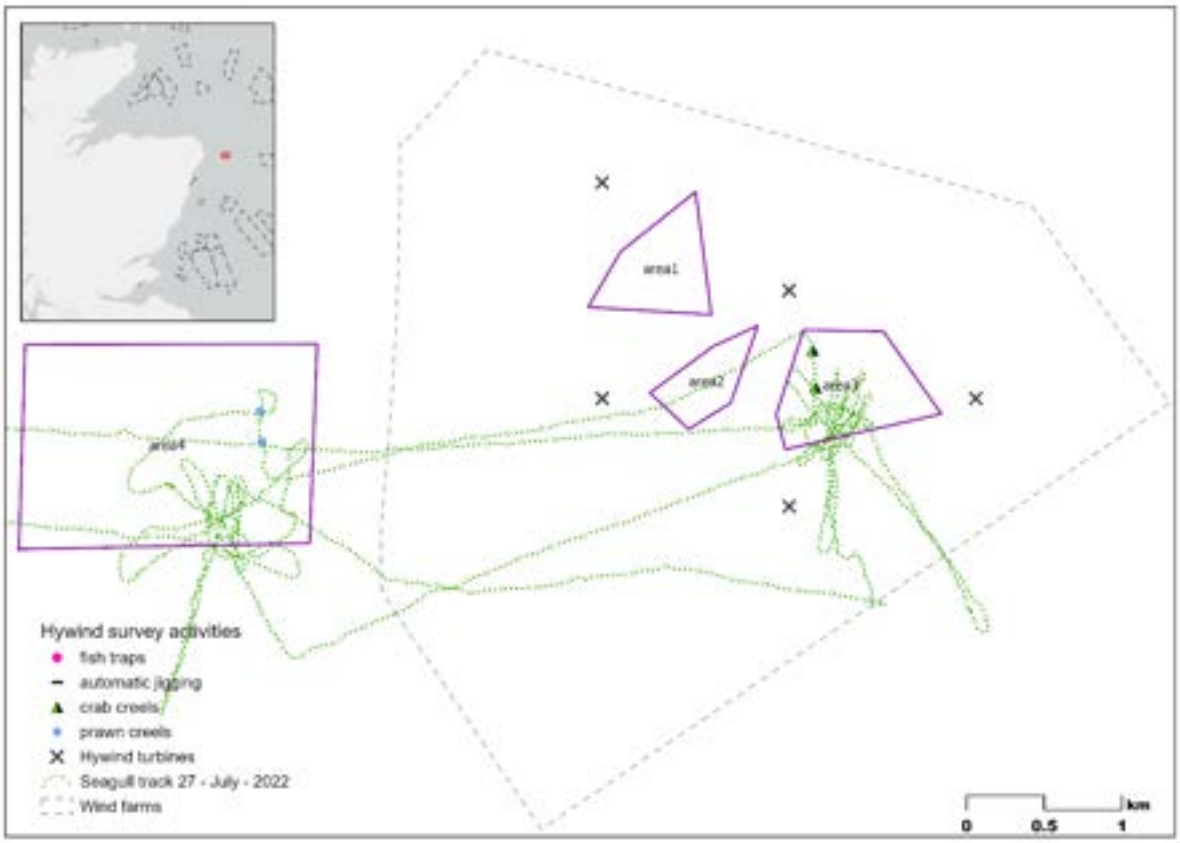

Figure 14. Trip 1, Day 3 GPS tracks and gear positions

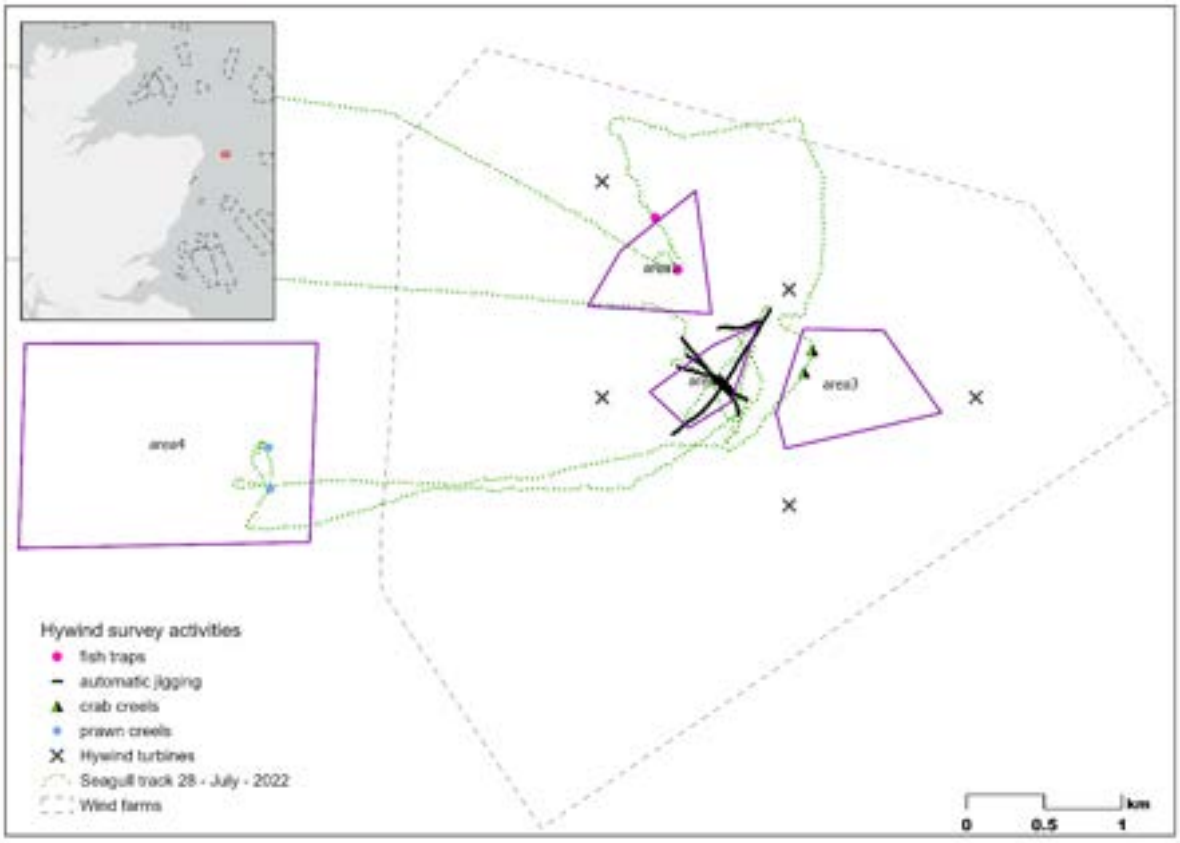

Figure 15. Trip 1, Day 4 GPS tracks and gear positions

Trip 2

Trip 2 was undertaken from 29 August to 2 September 2022. The fishing areas were refined for this trip and the trips following to be based on the safety parameters in Table 2. Table 8 presents the schedule of the trip including the activities undertaken each day and Figure 16, Figure 17, Figure 18, Figure 19 and Figure 20 present GIS maps displaying the vessel tracks and gear positions for each day of the trip.

Table 8. Trip 2 schedule

Day 1	Deployed prawn creels in Area 1	Deployed crab creels in Area 2	Deployed fish traps in Area 3	Jigging in Area 4			
Day 2	Hauled prawn creels from Area 1	Hauled crab creels from Area 2	Prawn creels deployed in Area 2	Crab creels deployed in Area 3	Hauled fish traps from Area 3	Deployed fish traps in Area 4	Jigging in Area 1
Day 3	Hauled prawn creels from Area 2	Hauled crab creels from Area 3	Deployed prawn creels in Area 3	Deployed crab creels in Area 4	Hauled fish trap from Area 4	Deployed fish traps in Area 1	Jigging in Area 2
Day 4	Hauled crab creels from Area 4	Hauled fish traps from Area 1	Deployed crab creels in Area 1	Deployed fish traps in Area 2	Hauled prawn creels from Area 3	Deployed prawn creels in Area 4	Jigging in Area 3
Day 5	Hauled prawn creels from Area 4	Hauled crab creels from Area 3	Hauled fish traps from Area 2				

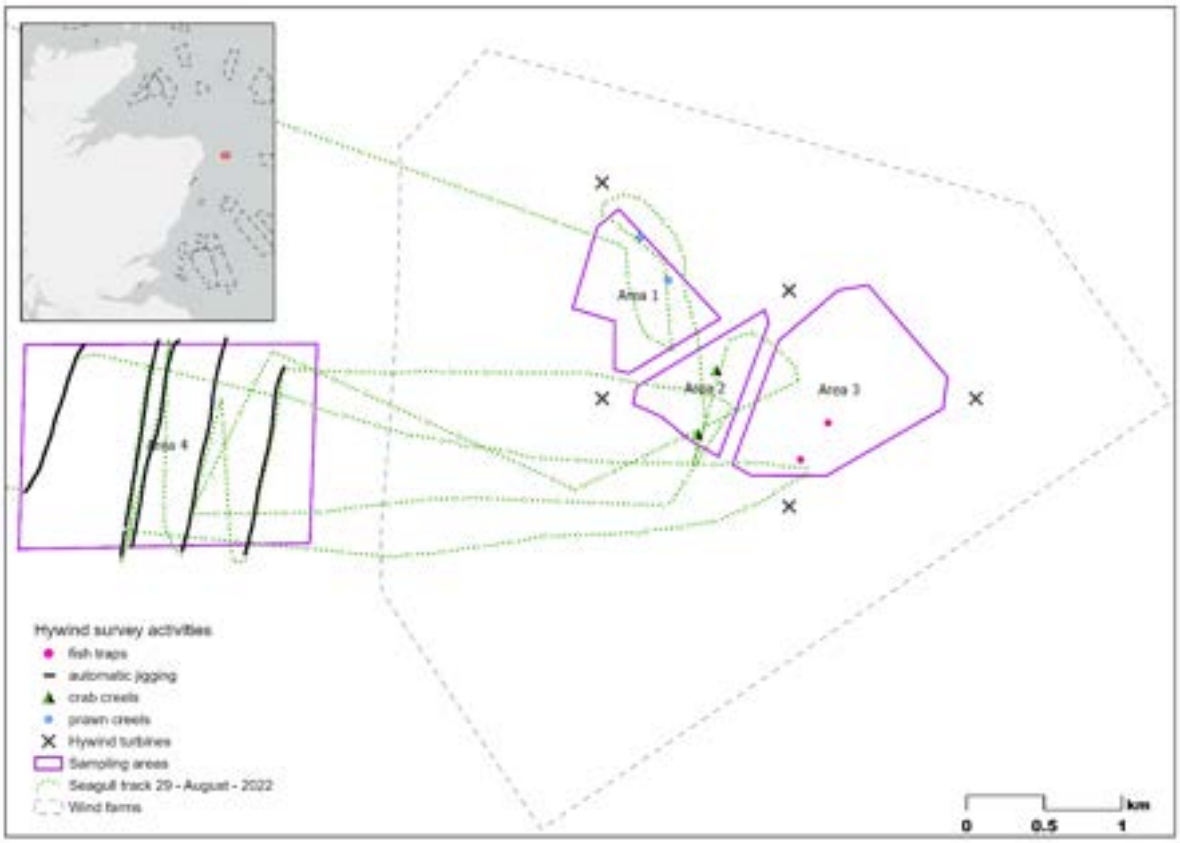

Figure 16. Trip 2, Day 1 GPS tracks and gear positions

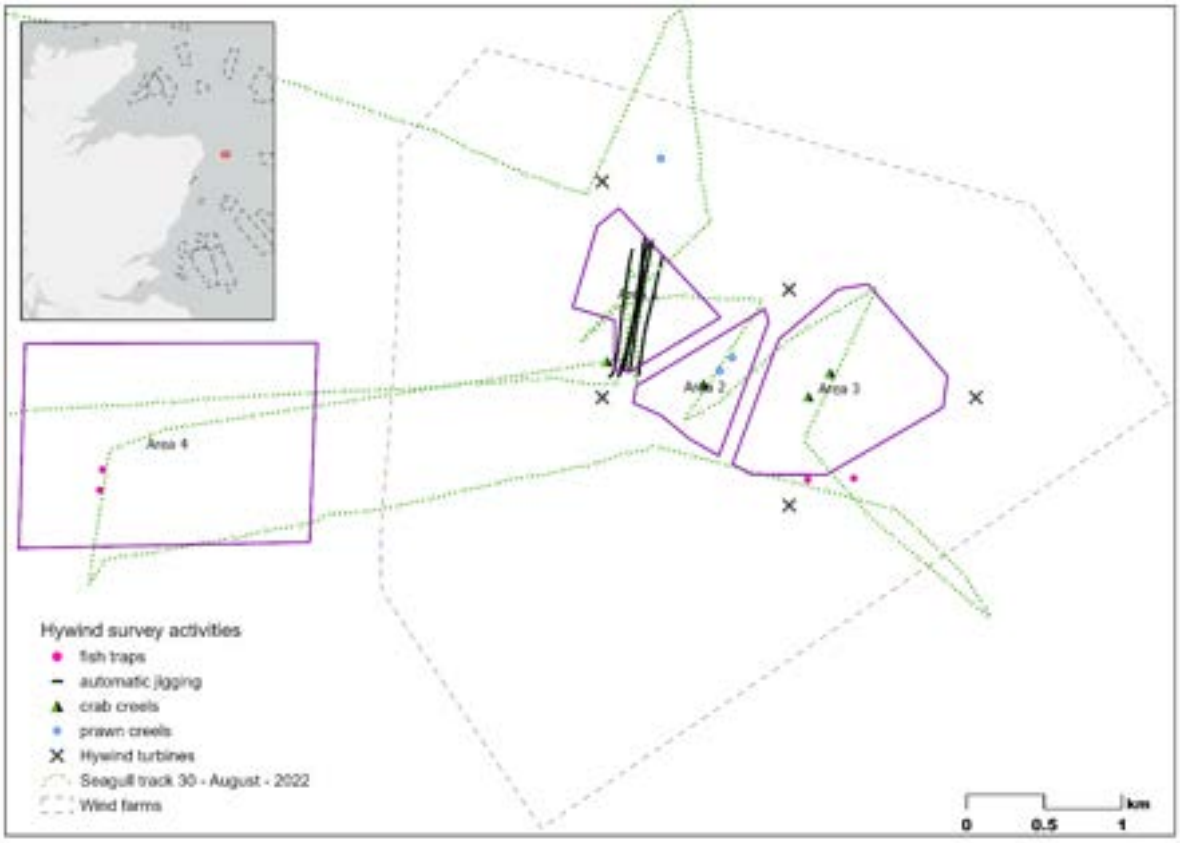

Figure 17. Trip 2, Day 2 GPS tracks and gear positions

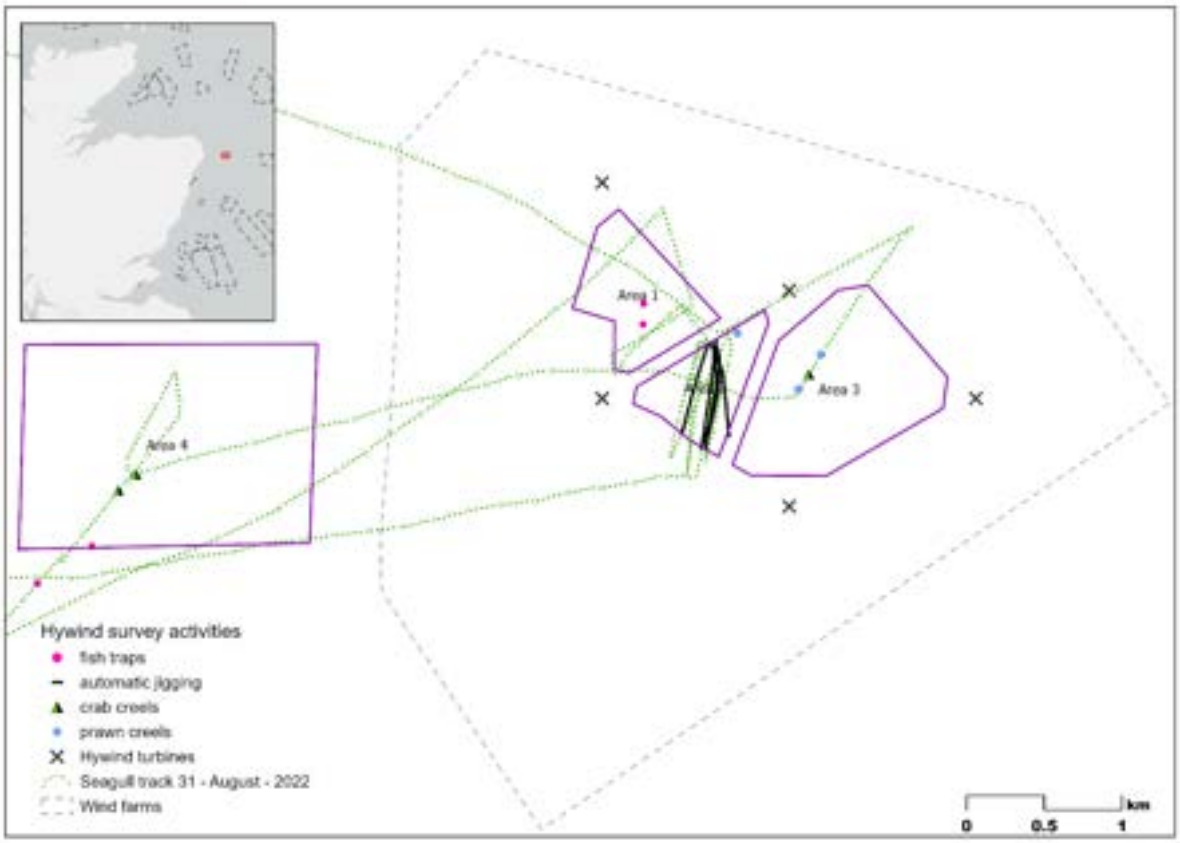

Figure 18. Trip 2, Day 3 GPS tracks and gear positions

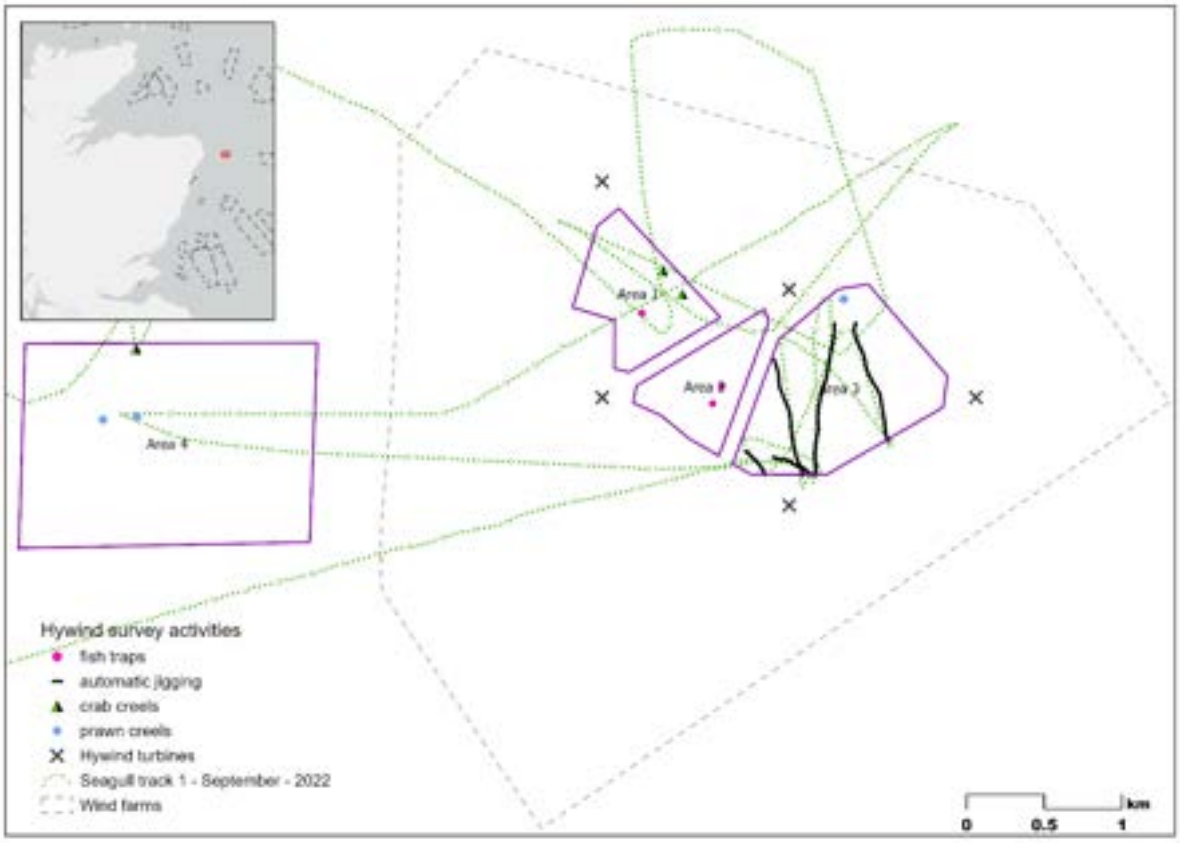

Figure 19. Trip 2, Day 4 GPS tracks and gear positions

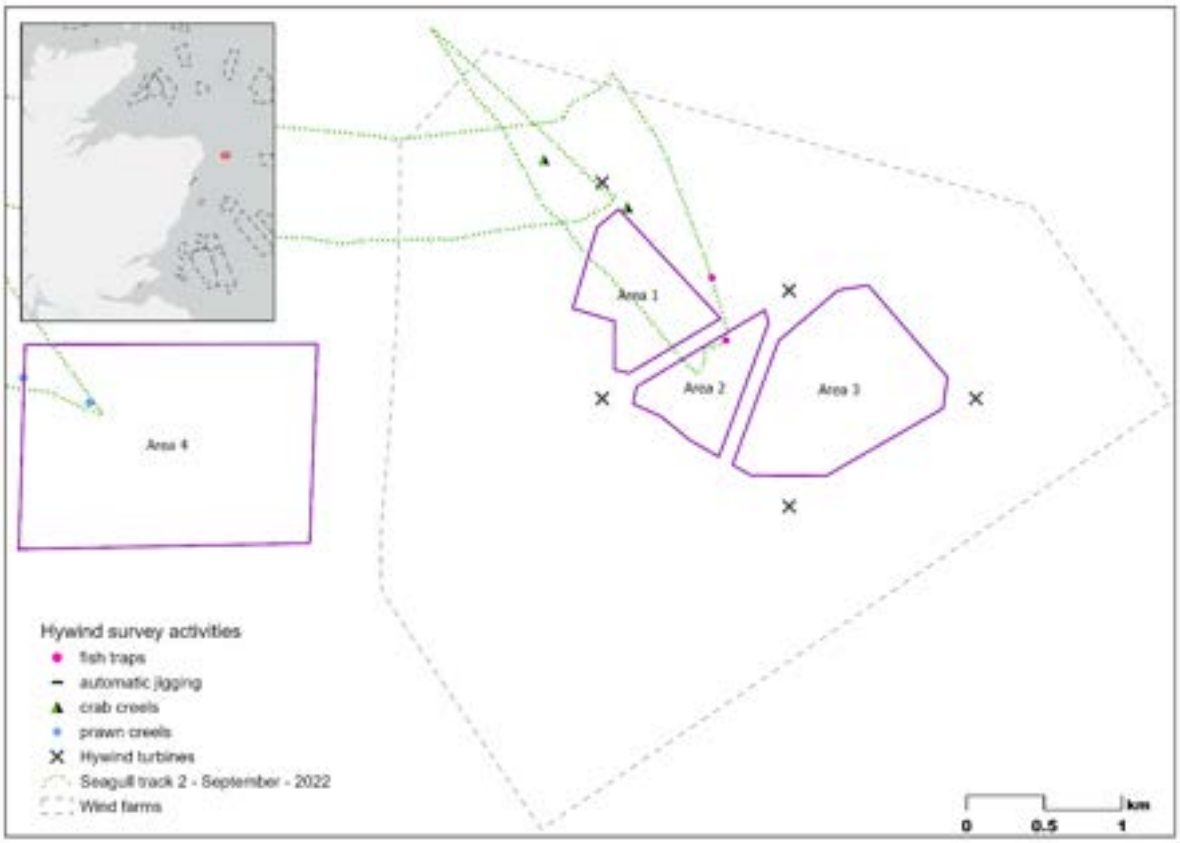

Figure 20. Trip 2, Day 5 GPS tracks and gear positions

<u>Trip 3</u>

Trip 3 was undertaken from 17 October to 21 October 2022. Table 9 presents the schedule of the trip including the activities undertaken each day and Figure 21, Figure 22, Figure 23, Figure 24, Figure 25 present GIS maps displaying the vessel tracks and gear positions for each day of the trip.

Table 9. Trip 3 schedule

Day 1	Prawn creels deployed in Area 4	Jigging in Area 4	Crab creels deployed in Area 3	Fish traps deployed in Area 1			
Day 2	Hauled crab creels from Area 3	Jigging in Area 3	Deployed crab creels in Area 2	Hauled fish traps from Area 1	Hauled prawn creels from Area 4	Deployed fish traps in Area 4	Deployed prawn creels in Area 1
Day 3	Hauled fish traps	Hauled crab creels	Hauled prawn creels	Jigging in Area 1	Fish traps	Prawn creels	Crab creels

	from Area 4	from Area 2	from Area 1		deployed in Area 2	deployed in Area 3	deployed in Area 4
Day 4	Hauled crab creels from Area 4	Hauled fish traps from Area 2	Hauled prawn creels from Area 3	Fish traps deployed in Area 3	Prawn creels deployed in Area 2	Crab creels deployed in Area 1	
Day 5	Hauled crab creels from Area 1	Hauled prawn creels from Area 2	Hauled fish traps from Area 3	Jigging in Area 2			

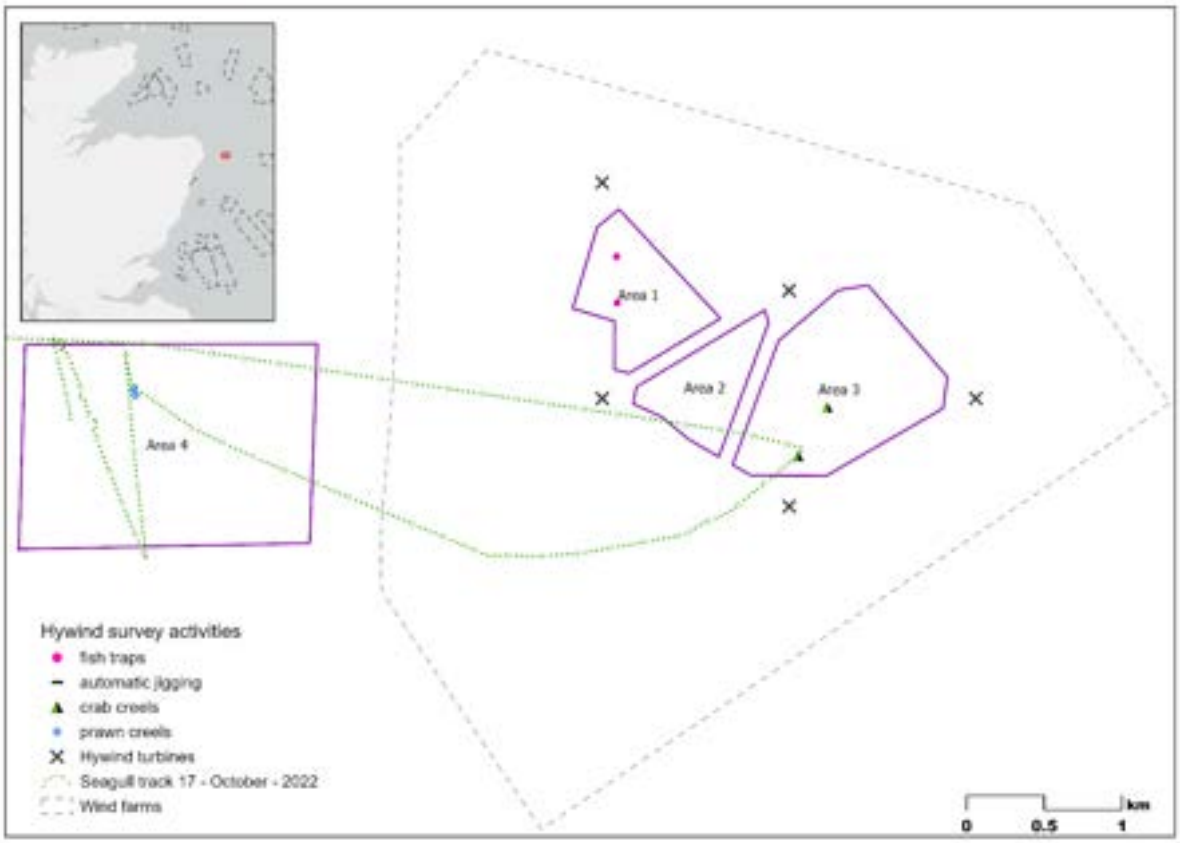

Figure 21. Trip 3, Day 1 GPS tracks and gear positions

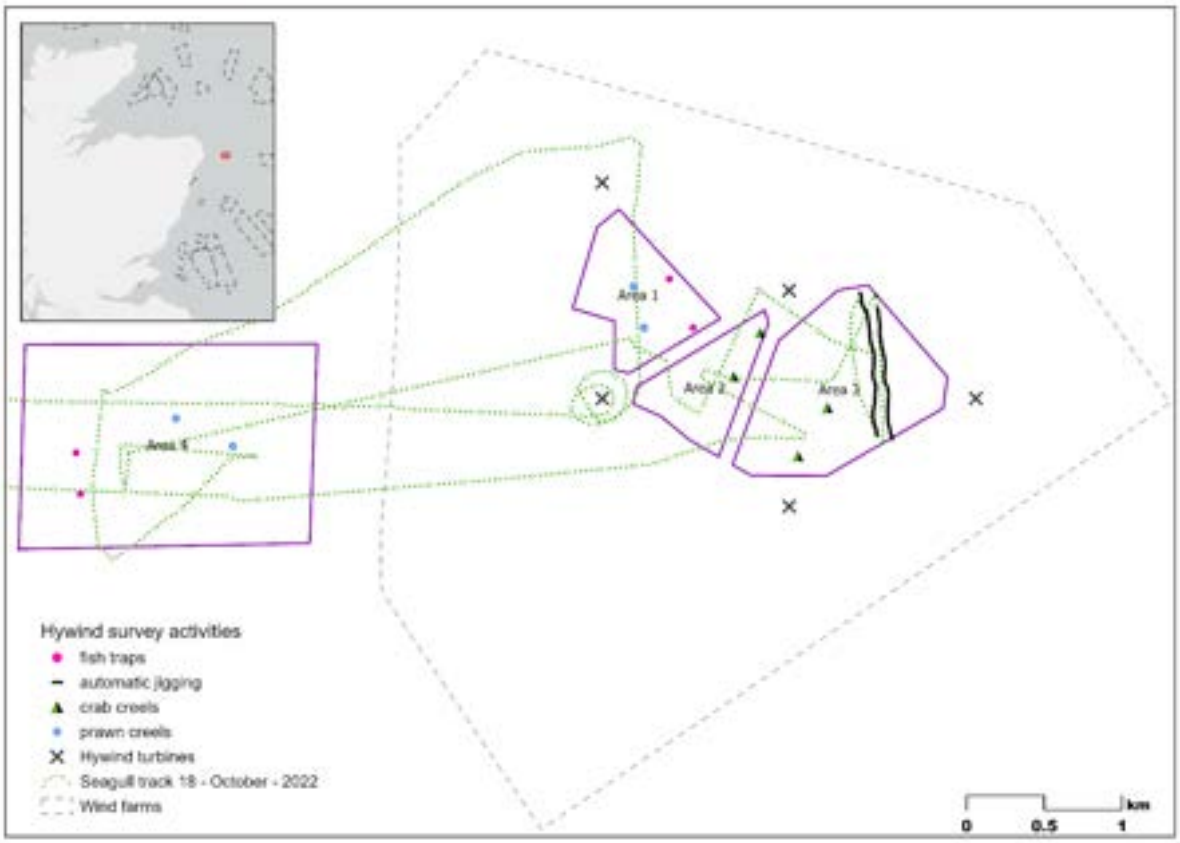

Figure 22. Trip 3, Day 2 GPS tracks and gear positions

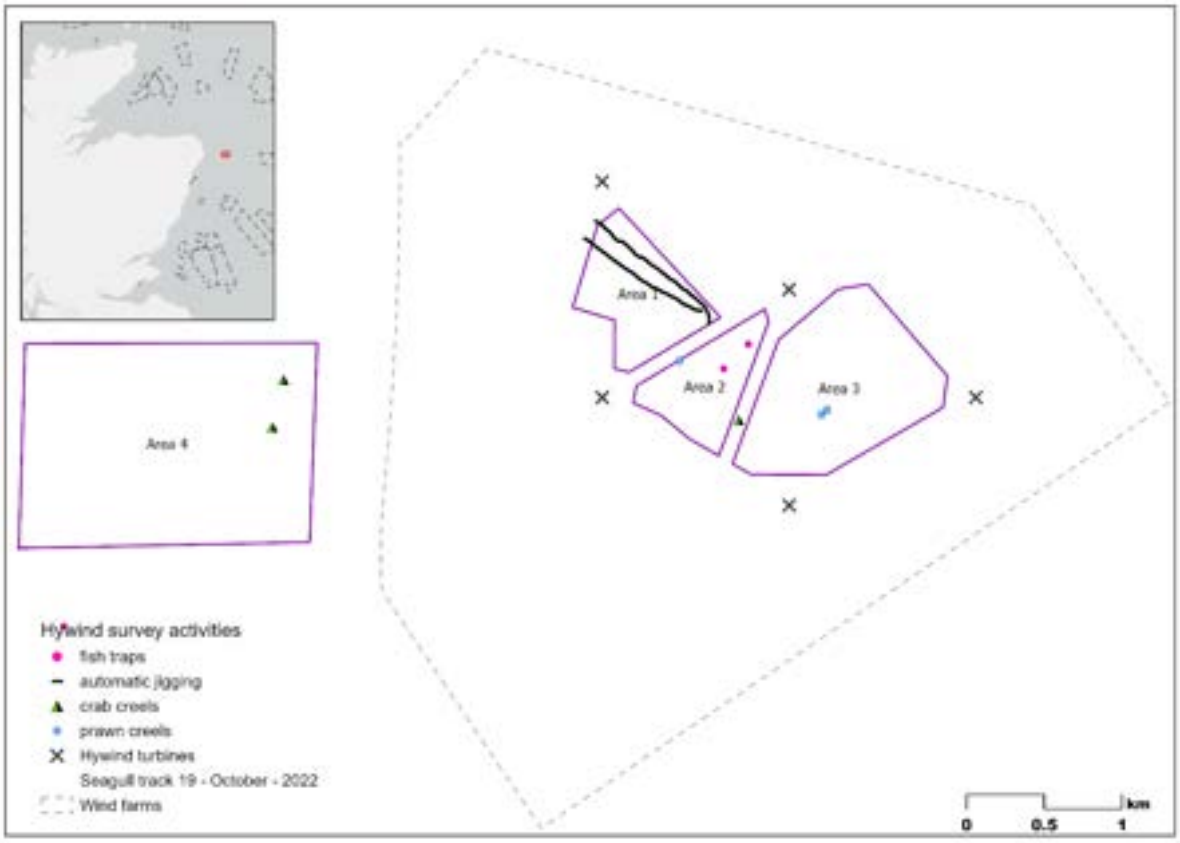

Figure 23. Trip 3, Day 3 GPS tracks and gear positions (no GPS track available)

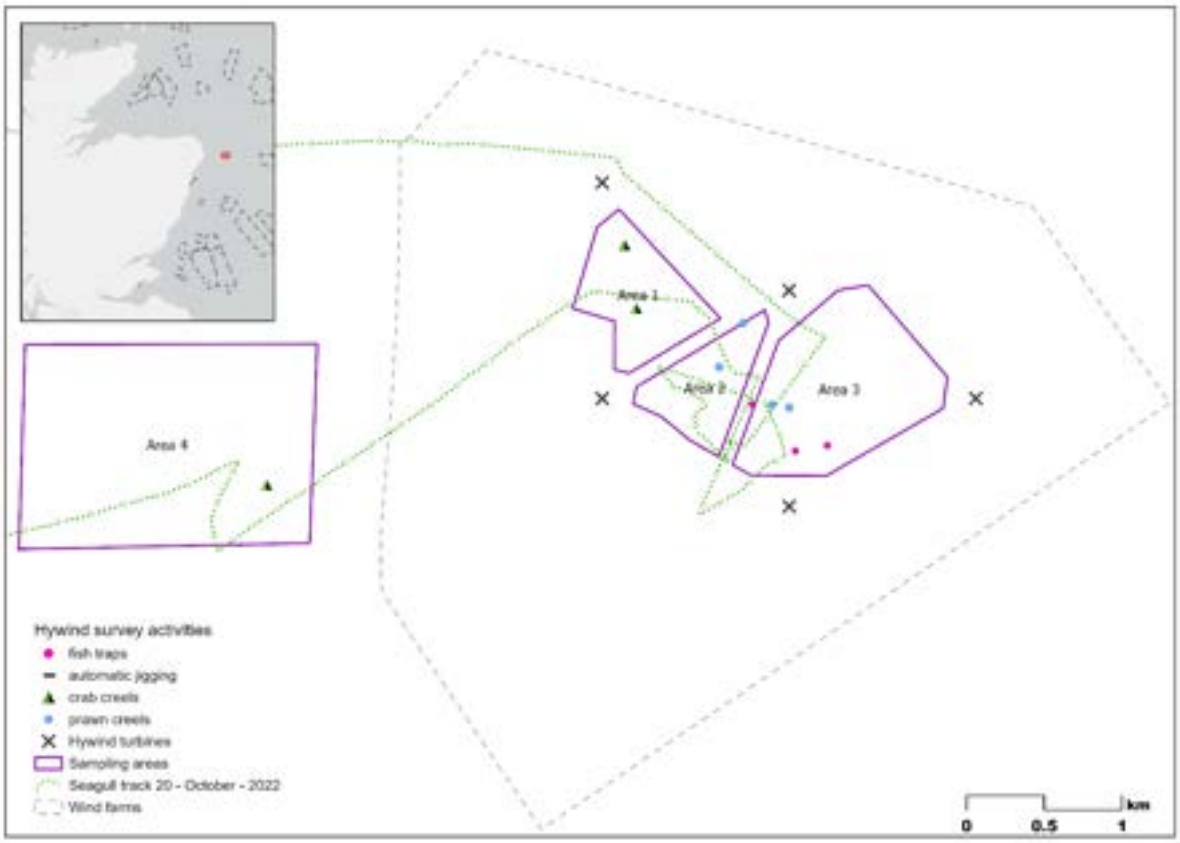

Figure 24. Trip 3, Day 4 GPS tracks and gear positions

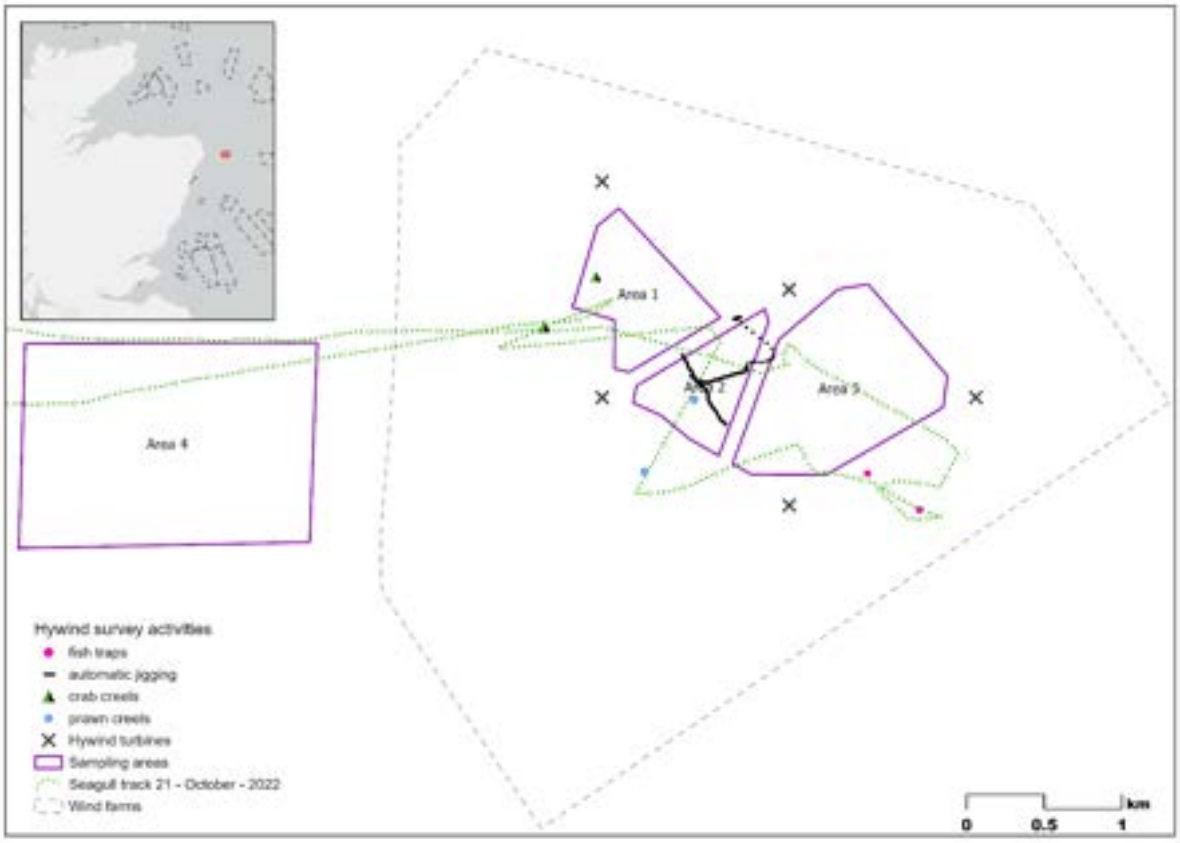

Figure 25. Trip 3, Day 5 GPS tracks and gear positions

Trip 4

Trip 4 was undertaken from 14 November to 18 November 2022.

Unfortunately, the weather and sea conditions were unsuitable during this trip due to a storm which meant that it was only safe for the vessel to go out to the Hywind wind farm on the first day. The conditions on the first day were also not suitable to enter the wind farm safely so the only activity that was undertaken was jigging in the area outside of the wind farm (Area 4) Figure 26.

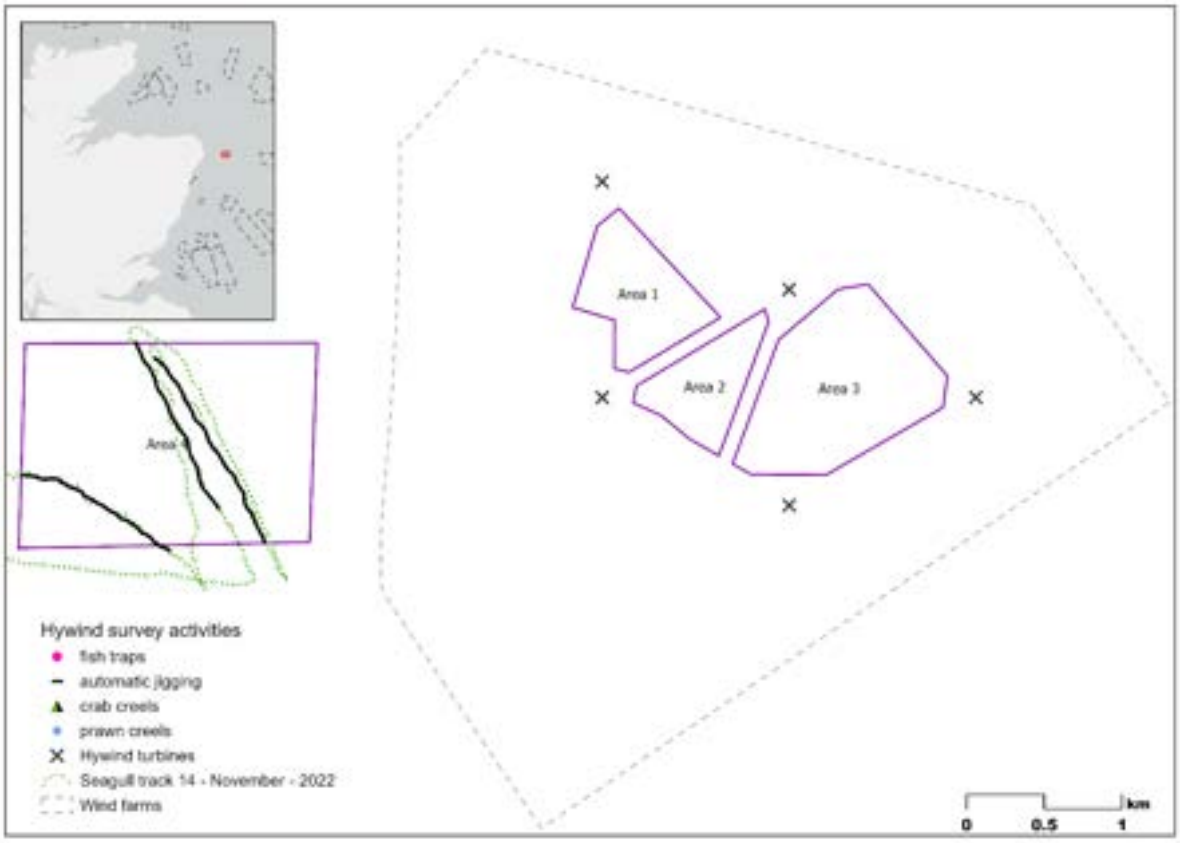

Figure 26. Trip 4, Day GPS tracks and gear positions

Catch composition and catch rates summary

This results section is based on the raw data gathered from the project that has been analysed and presented with the aid of tables and graphs. The results have not been interpretated using statistical methods as this was not the focus of the project.

i. Species summary

Table 10 summarises the species caught during the trial including the total number and weight caught by gear type. The most prominent species by number and weight were Haddock, Brown crab and Mackerel across all gear types.

Table 10. Species catch summary including numbers and weight (kg) of catch per species.

Method	**Common name**	**Scientific name**	**Number**	**Weight (kg)**
Crab Creel	Brown crab	*Cancer pagurus*	**117**	**81.17**
Crab Creel	Whiting	*Merlangius merlangus*	**5**	**1.3**
Crab Creel	Haddock	*Melanogrammus aeglefinus*	**4**	**1.4**
Crab Creel	Lesser octopus	*Eledone cirrosa*	**1**	**0.04**
Crab Creel	Bull rout	*Myoxocephalus scorpius*	**1**	**0.19**
Crab Creel	Lesser spotted dogfish	*Scyliorhinus canicula*	**1**	**1.2**
Crab Creel	Hermit crabs	*Pagurus ssp*	**-**	**12.42**
Prawn Creel	Whiting	*Merlangius merlangus*	**19**	**3.7**
Prawn Creel	Poor cod	*Trisopterus minutus*	**5**	**0.04**
Prawn Creel	Norway pout	*Trisopterus esmarkii*	**4**	**0.08**
Prawn Creel	Haddock	*Melanogrammus aeglefinus*	**2**	**0.8**
Prawn Creel	Ling	*Molva molva*	**2**	**0.77**
Prawn Creel	Bib	*Trisopterus luscus*	**1**	**0.04**
Prawn Creel	Common dab	*Limanda limanda*	**2**	**0.1**
Prawn Creel	Brown crab	*Cancer pagurus*	**2**	**0.06**
Prawn Creel	Cod	*Gadus morhua*	**1**	**0.15**
Prawn Creel	Lemon sole	*Microstomus kitt*	**1**	**0.06**
Prawn Creel	Spurdog	*Squalus acanthias*	**1**	**0.4**
Prawn Creel	Lesser octopus	*Eledone cirrosa*	**1**	**0.01**
Prawn Creel	Round crab	*Atelecydus rotundatus*	**5**	**0.21**
Prawn Creel	Swimming crab	*Portunidae*	**3**	**0.06**
Prawn Creel	Starfish	*Asteroidea spp*	**-**	**0.78**
Prawn Creel	Dog whelk	*Neptunea antiqua*	**-**	**1.46**
Prawn Creel	Red shrimp	*Pandalus borealis/montagui*	**-**	**0.03**
Prawn Creel	Hermit crabs	*Pagurus spp*	**-**	**2.88**
Fish trap	Haddock	*Melanogrammus aeglefinus*	**186**	**79.72**
Fish trap	Brown crab	*Cancer pagurus*	**69**	**54.32**
Fish trap	Whiting	*Merlangius merlangus*	**26**	**6.38**
Fish trap	Poor cod	*Trisopterus minutus*	**19**	**0.91**
Fish trap	Cod	*Gadus morhua*	**7**	**4.52**
Fish trap	Common dab	*Limanda limanda*	**4**	**0.69**
Fish trap	Bib	*Trisopterus luscus*	**3**	**0.61**
Fish trap	Lesser octopus	*Eledone cirrosa*	**1**	**1.37**

Fish trap	Northern stone crab	*Lithodes maja*	**1**	**0.29**
Fish trap	Dog whelk	*Neptunea antiqua*	**-**	**0.01**
Fish trap	Conger	*Conger conger*	**1**	**8**
Fish trap	Lesser spotted dogfish	*Scyliorhinus canicula*	**1**	**0.85**
Fish trap	Swimming crab	*Portunidae*	**1**	**0.01**
Fish trap	Long finned squid	*Loligo sp*	**1**	**0.06**
Fish trap	Bull rout	*Myoxocephalus scorpius*	**1**	**0.12**
Fish trap	Hermit crabs	*Pagurus spp*	**-**	**0.51**
Fish trap	Seasnail sp	*Liparis sp*	**1**	**0.003**
Jiggers	Mackerel	*Scomber scombrus*	**90**	**32.47**
Jiggers	Haddock	*Melanogrammus aeglefinus*	**44**	**20.97**
Jiggers	Whiting	*Merlangius merlangus*	**41**	**11.5**
Jiggers	Cod	*Gadus morhua*	**2**	**0.76**
Jiggers	Grey gurnard	*Eutrigla gurnardus*	**1**	**0.26**

ii. Catch rate

Catch per unit effort (CPUE) has been calculated by deployment and is not scaled to time due to the limited data gathered. The raw CPUE data for fish traps (Table 14), jiggers (Table 15), crab creels (Table 16) and prawn creels (Table 17) can be found in the Appendix.

Fish traps

Catch data from both small and large mesh creels are combined as small fish of all species were rarely encountered in any of the traps or creels.

Figure 27 and Figure 28 present the CPUE for only Haddock and Whiting as these species were the main components of the fish trap catch. The figures show that haddock was the most prominent fish caught in the fish traps by both number and weight.

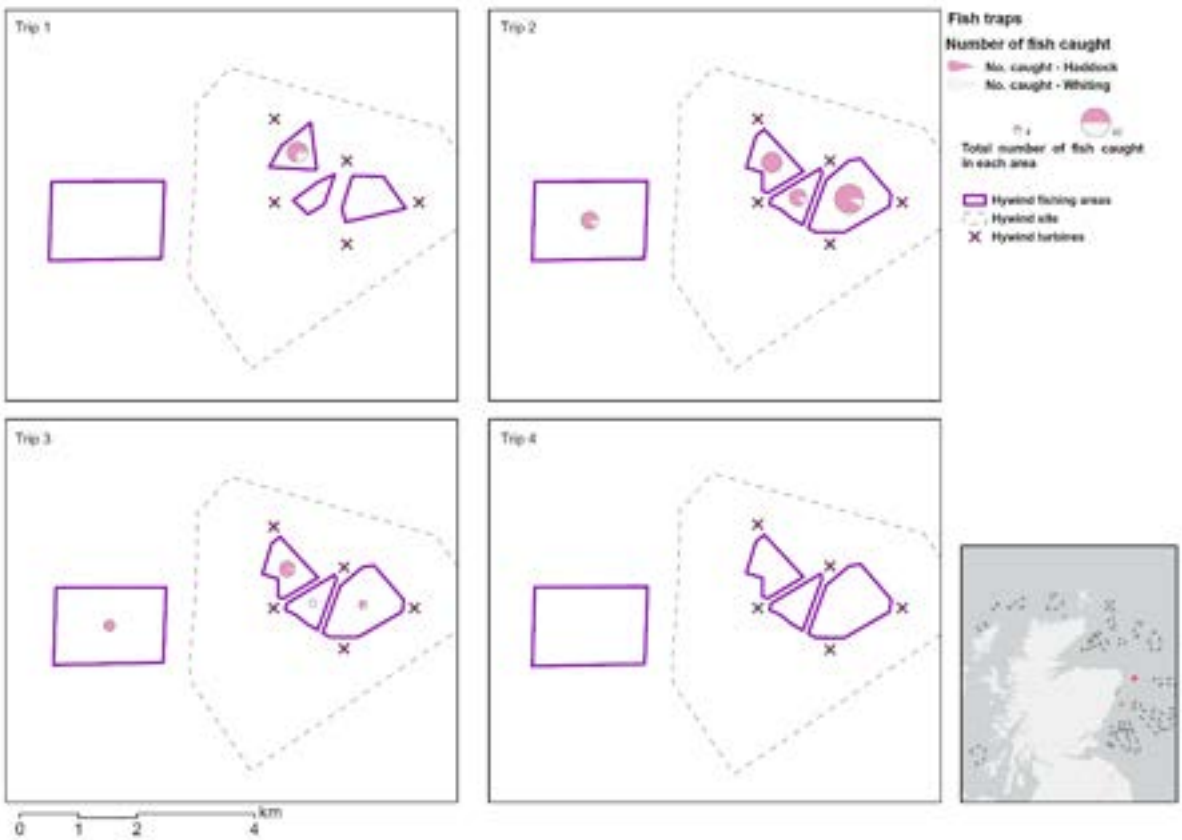

Figure 27. Numbers of fish caught in fish traps per deployment – haddock and whiting.

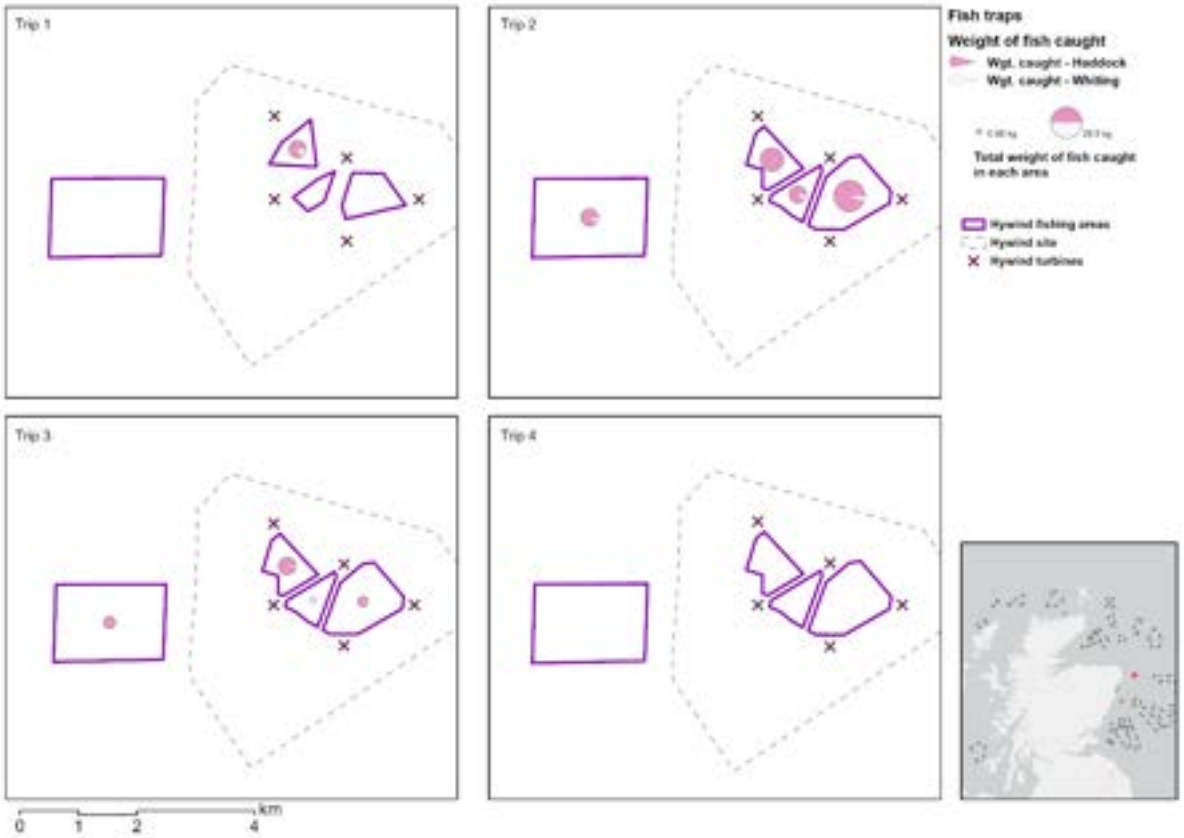

Figure 28. Weights of fish caught in fish traps per deployment – haddock and whiting.

Creels

Figure 29 and Figure 30 present the weight of species using crab creels and prawn creels respectively.

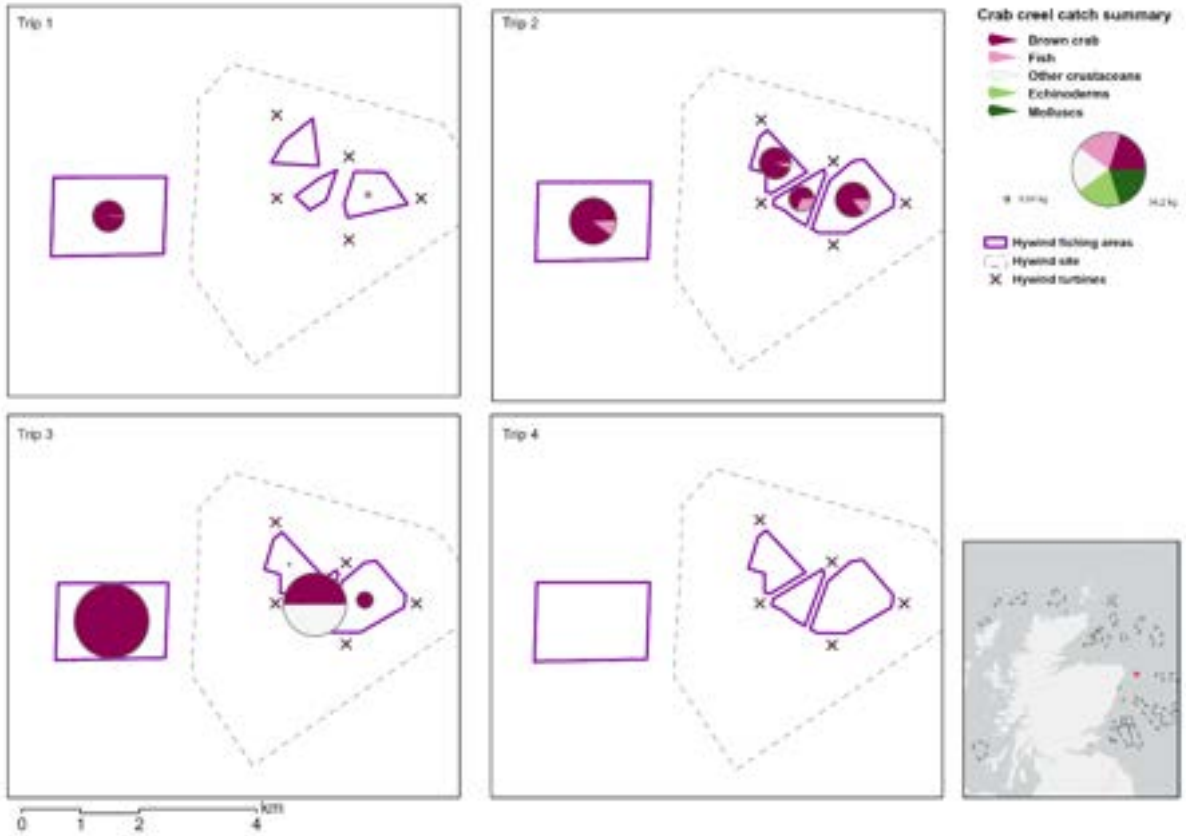

Figure 29. Weight of species caught using crab creels.

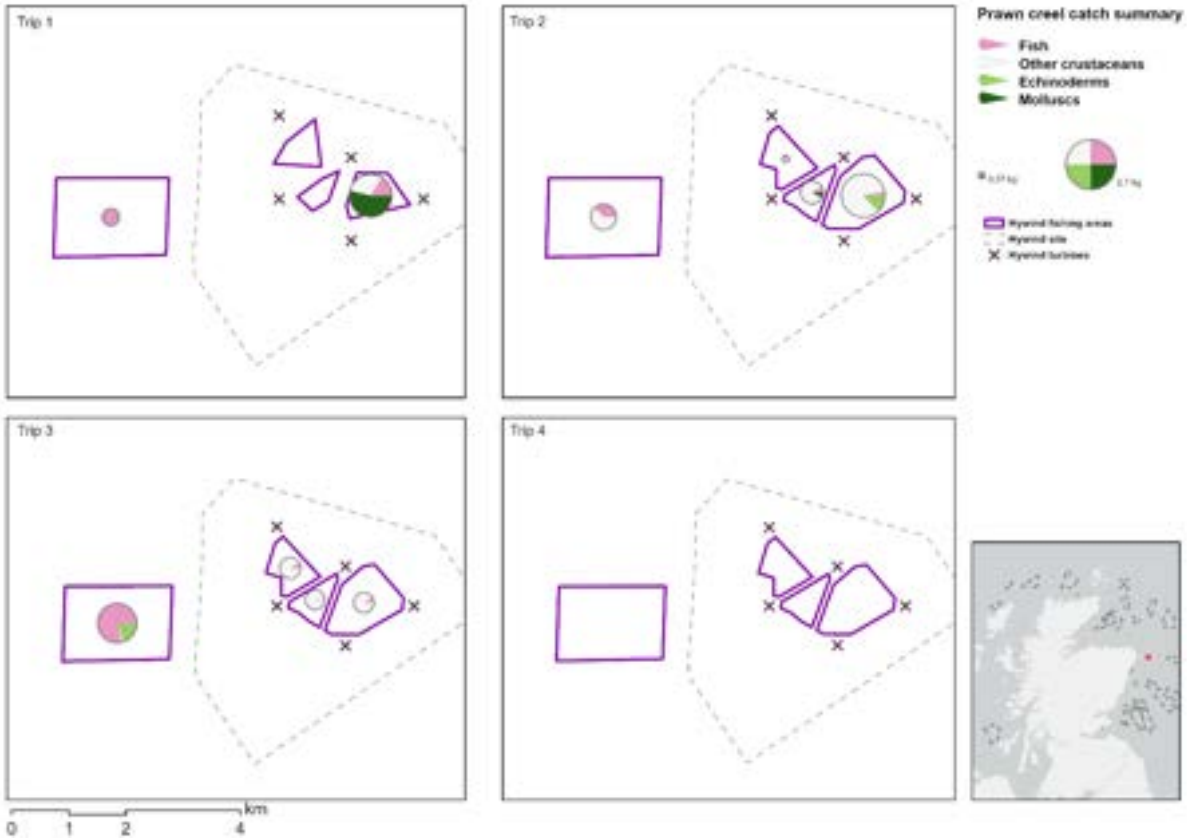

Figure 30. Weight of species caught using prawn creels.

Jiggers

Figure 31 and Figure 32 present the number and weight of fish caught by jiggers per hour respectively.

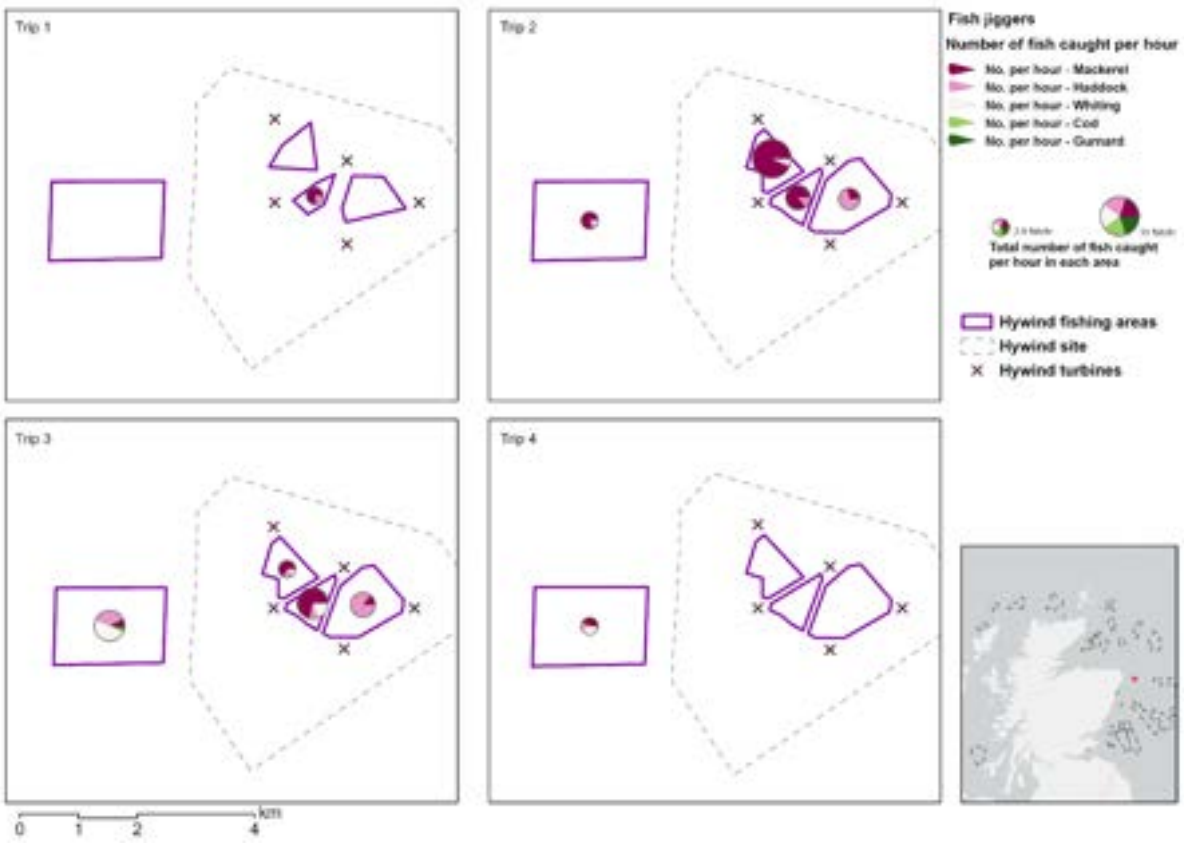

Figure 31. Number of fish caught by jiggers per hour.

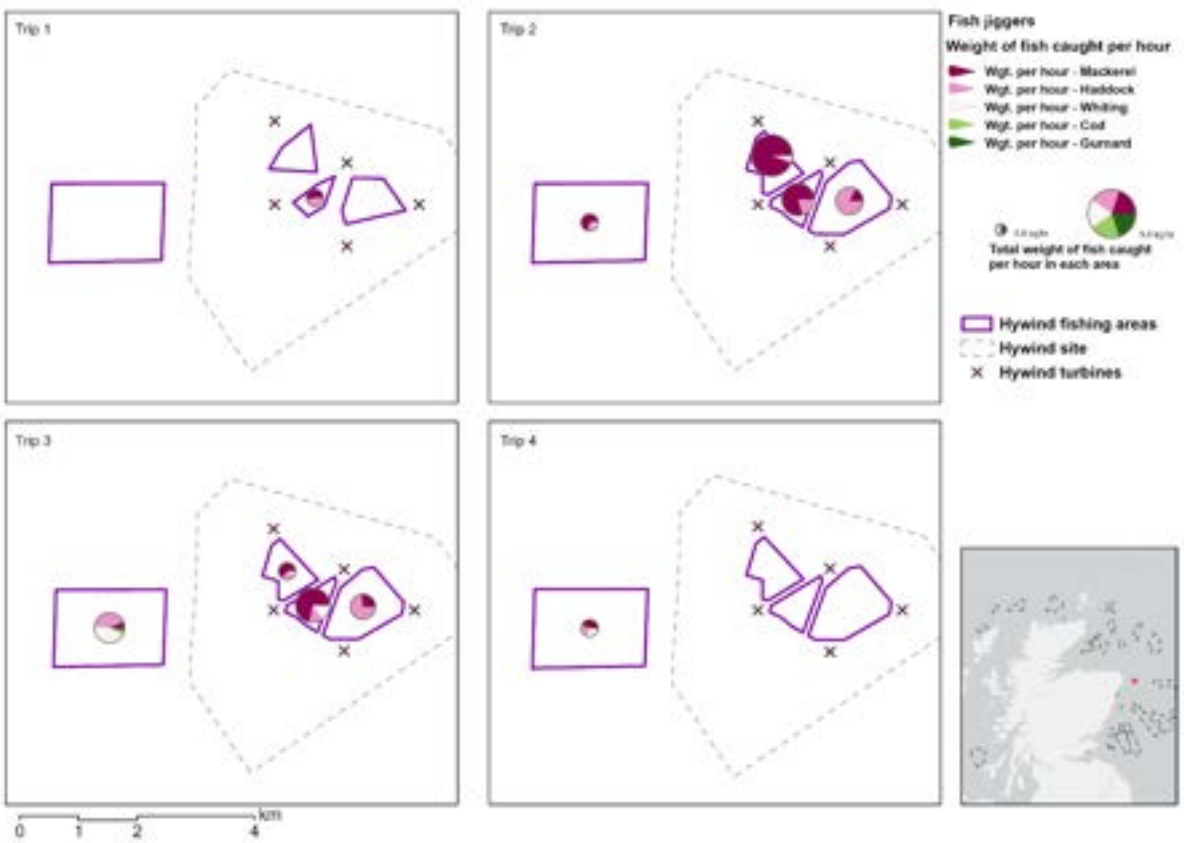

Figure 32. Weight of fish caught by jiggers per hour.

iii. Length frequency distribution

Length frequency distribution bar charts have been plotted to present the range of lengths of commercial fish species (Haddock, Whiting and Mackerel) caught by fish traps and jiggers throughout the trial. The figures below show that most of the commercial fish species caught were above the Minimum Conservation Reference Size (MCRS) for Scottish waters e.g., Haddock is 30 cm, Whiting is 27 cm and Mackerel is 20 cm).

Fish traps:

Figure 33 and Figure 34 present the length frequency distribution for both Haddock and Whiting caught in fish traps.

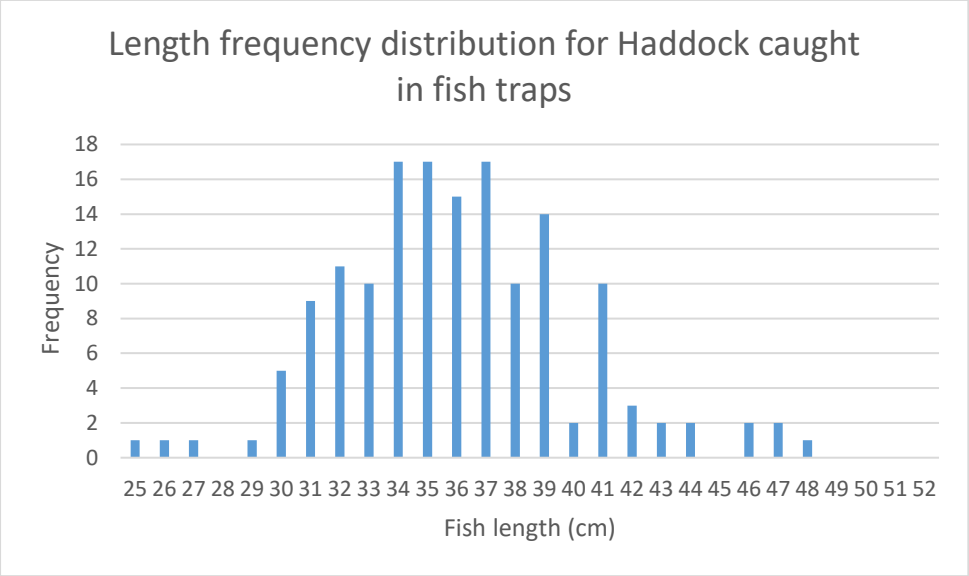

Figure 33. Length frequency distribution for Haddock caught in fish traps.

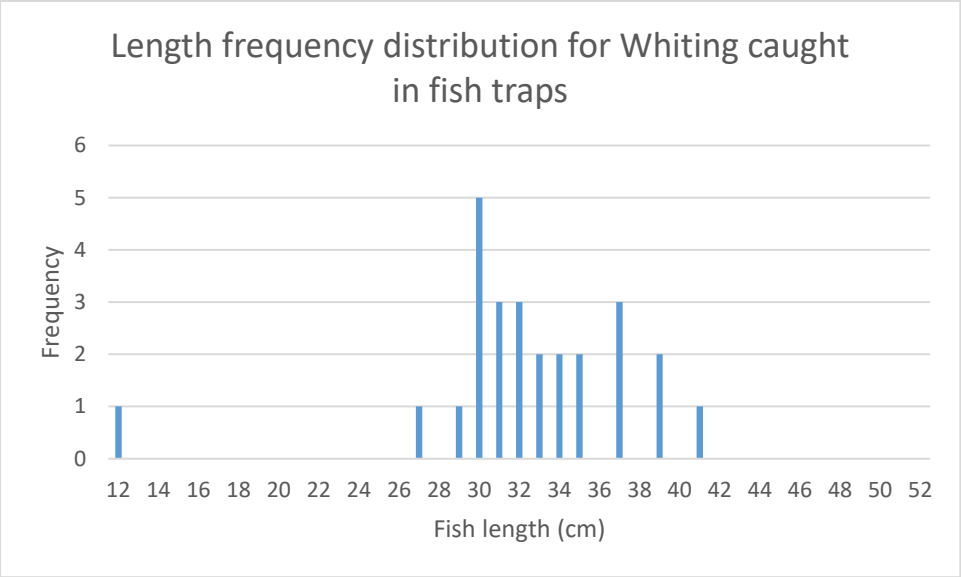

Figure 34. Length frequency distribution for Whiting caught in fish traps.

Jiggers:

Figure 35, Figure 36 and Figure 37 present the length frequency distribution for Haddock, Mackerel and Whiting caught by jiggers.

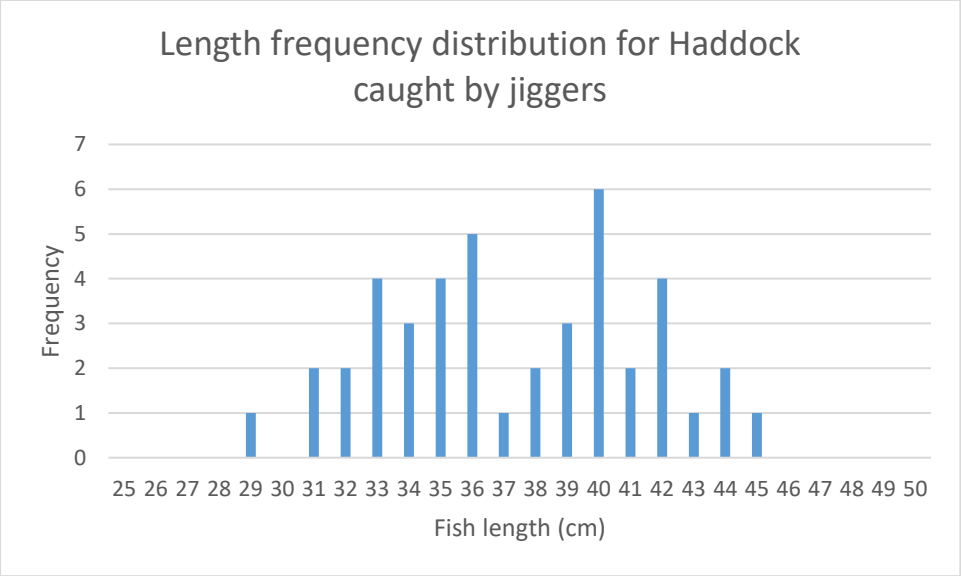

Figure 35. Length frequency distribution for Haddock caught by jiggers.

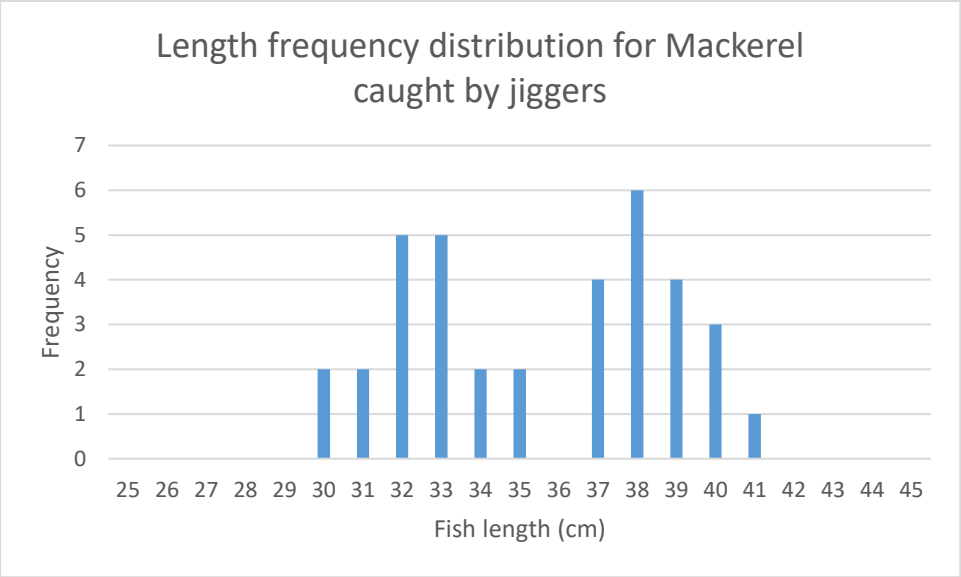

Figure 36. Length frequency distribution for Mackerel caught by jiggers.

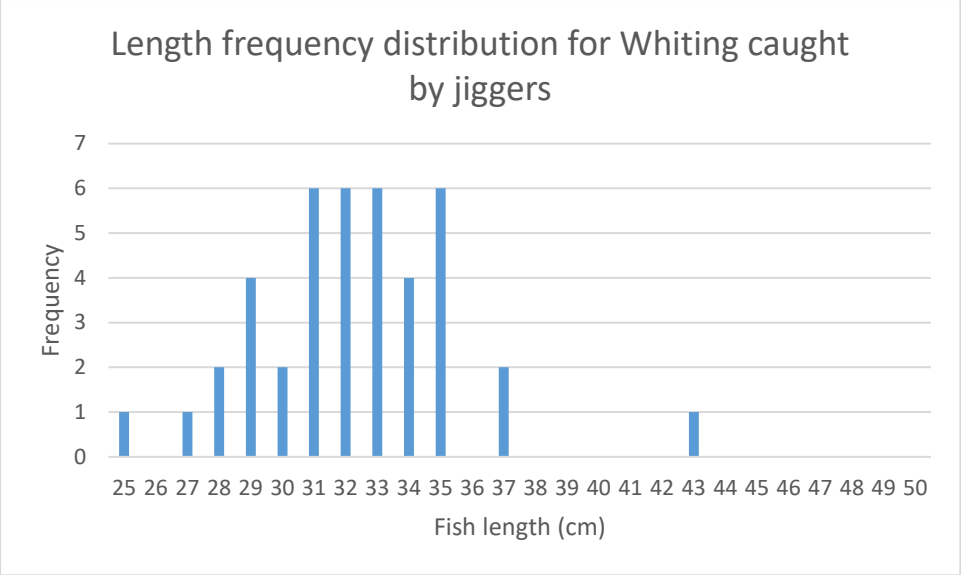

Figure 37. Length frequency distribution for Whiting caught by jiggers.

iv. Total fish numbers caught in each wind farm area

The total number of species of fish caught in all fishing areas per gear type was recorded, with Area 1, 2 and 3 being inside the wind farm area and Area 4 being outside the wind farm area. A comparison has been made between Trip 2 and Trip 3 for Haddock, Cod and Whiting as a full rotation of areas and gear was achieved on these trips (Figure 38).

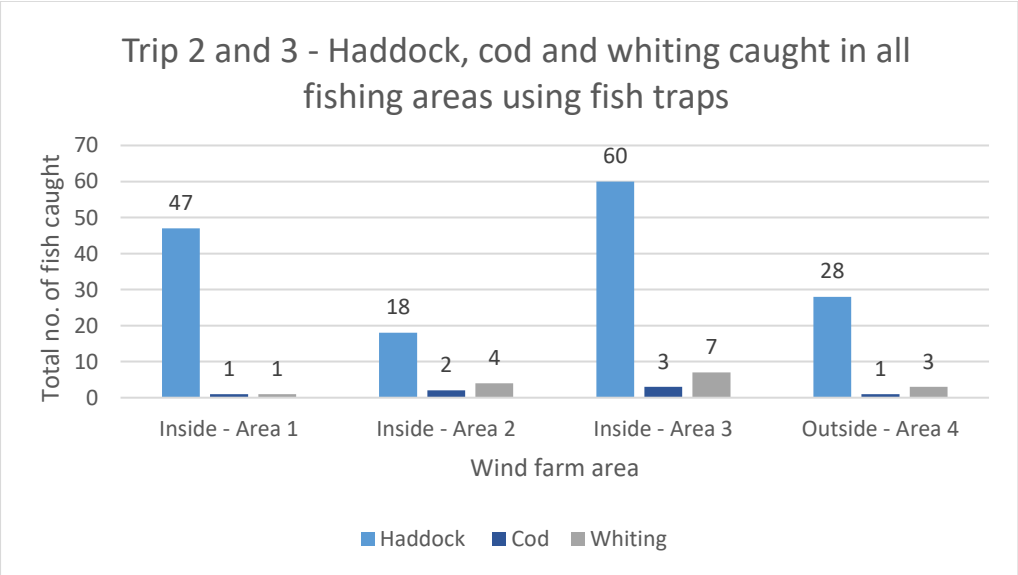

Figure 38. Trip 2 and 3 – Haddock, Cod and Whiting caught in all fishing areas using fish traps.

Figure 39 and Figure 40 for the jiggers have not been combined as five drifts of each area were carried out for Trip 2 and only two drifts of each area were carried out for Trip 3 due to less daylight hours and weather disruptions.

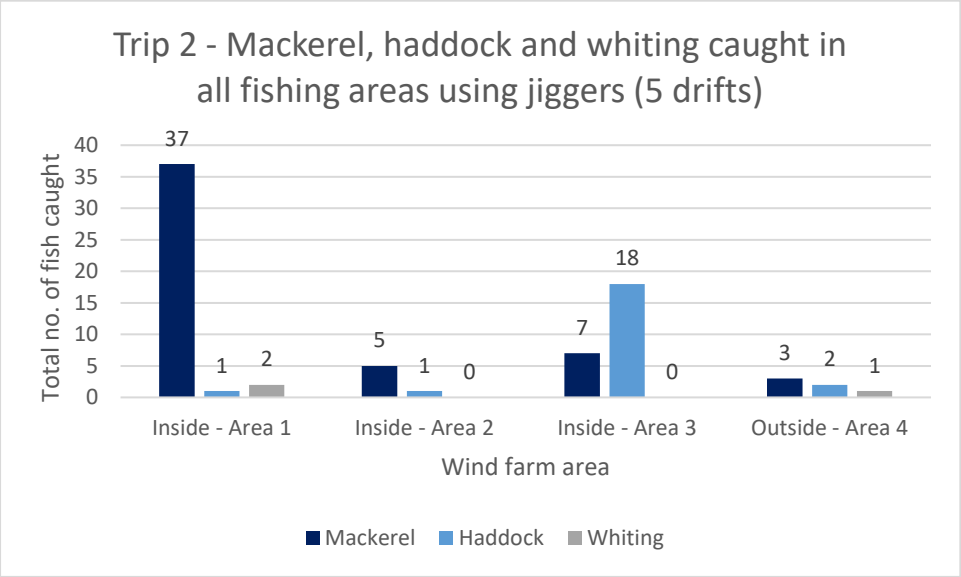

Figure 39. Trip 2 – Mackerel, haddock and whiting caught in all fishing areas using jiggers (5 drifts)

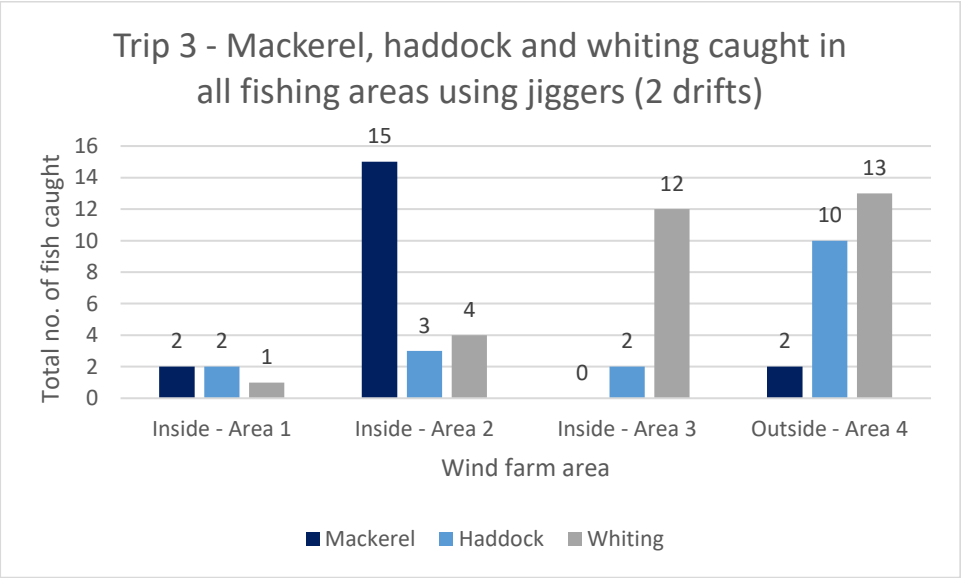

Figure 40. Trip 3 – Mackerel, haddock and whiting caught in all fishing areas using jiggers (2 drifts)

v. Brown crab catch

Brown crabs were one of the most prominent species in the catch, this is mainly due to the crab creels specifically targeting them. Brown crabs were caught in the crab

creels, fish traps and prawn creels, however only two small Brown crabs were caught in the prawn creels as the size of the entrance for the prawn creels is too small to allow entrance to the typical size of Brown crab observed to be present. Table *11* presents the numbers of Brown crabs caught by fishing method.

Table 11. Numbers of Brown crabs caught.

Fishing method	**Brown crabs caught**
Crab creels	117
Fish traps	69
Prawn creels	2
Total	**188**

The total number of Brown crab caught in all fishing areas by crab creels has been recorded, with Area 1, 2 and 3 being inside the wind farm area and Area 4 being outside the wind farm area.

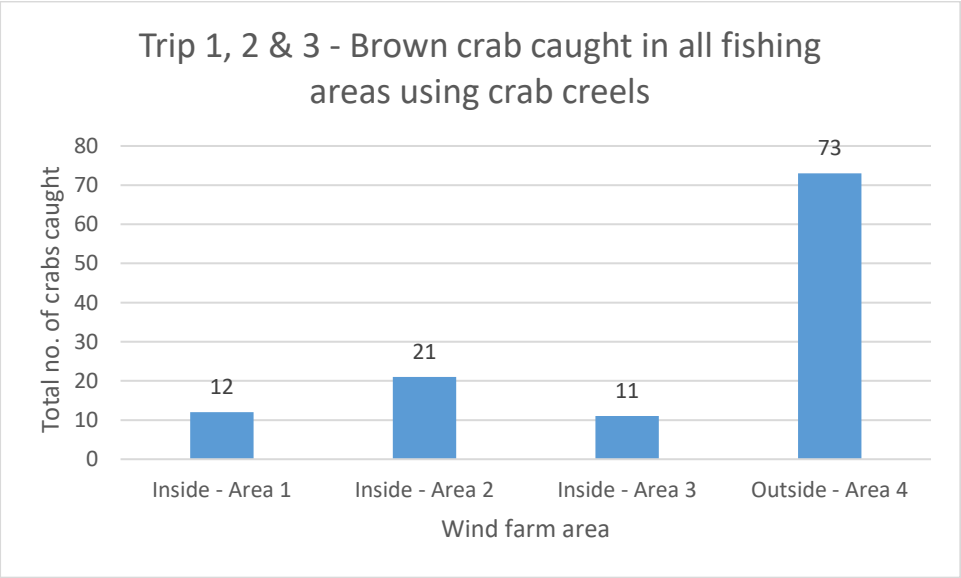

Figure 41. Brown crab caught in all fishing areas using crab creels.

There was an increase in the number of brown crabs caught between Trip 2 in August (51) and Trip 3 in October (125) (Figure 42). Trip 1 and Trip 4 were impacted by adverse weather and would therefore not be comparable, so they were excluded from this analysis.

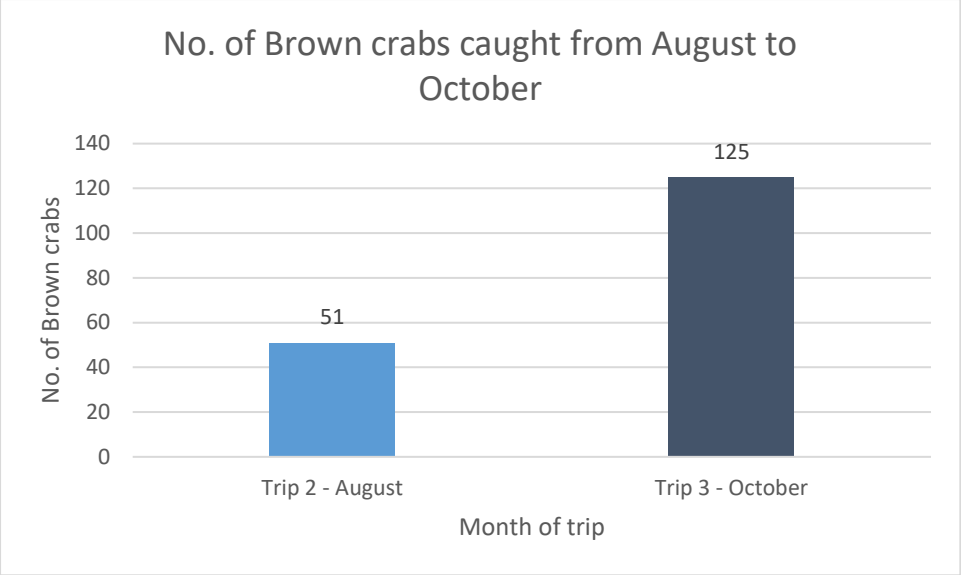

Figure 42. No. of brown crabs caught from August to October using all fishing methods.

More female brown crabs caught than male brown crabs with 154 female compared to 34 male brown crabs (Figure 43).

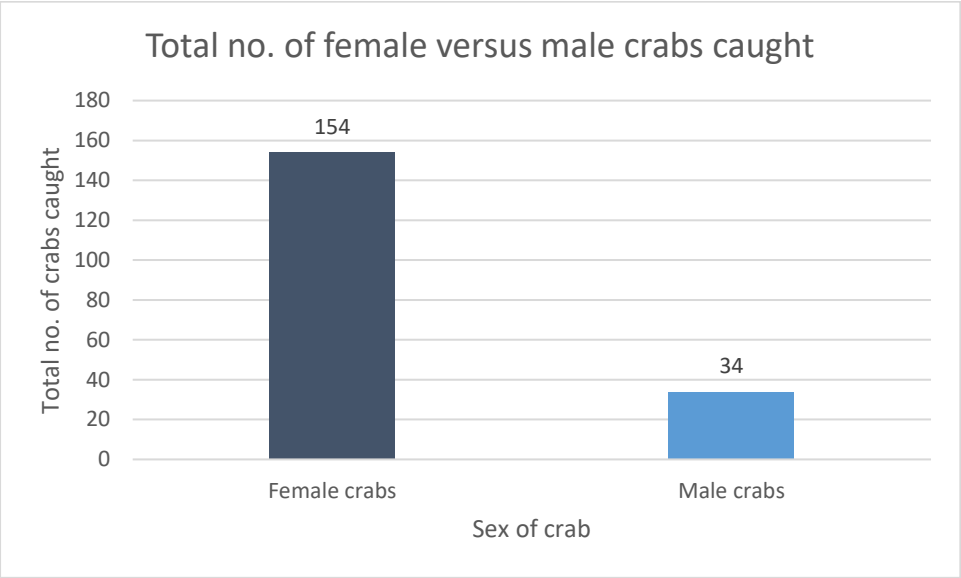

Figure 43. Total no. of female versus male brown crabs caught.

<u>Résumé de l'évaluation de sécurité</u>

i. Considerations sur la sécurité

Aucun problème de sécurité n'a été soulevé par le capitaine, l'équipage ou les scientifiques lors des essais, à l'exception des conditions météorologiques

défavorables lors des sorties 1 et 4, qui ont eu un impact sur les activités prévues (tableau 12).

Table 12. Liste des considérations de sécurité qui ont été évaluées au cours de l'essai et indication de l'existence ou non de problèmes.

Risques identifiés	Trip 1	Trip 2	Trip 3	Trip 4	Comments
Navire opérant en dehors des "zones de pêche", risquant une collision potentielle et des dommages aux biens	No	No	No	No	Le navire a respecté les limites des zones de pêche.
Perte d'engins de pêche pouvant entraîner un enchevêtrement des engins autour des infrastructures, une pêche fantôme potentielle et un risque pour la sécurité des autres navires.	None	None	None	None	Tous les engins ont été récupérés.
Engins accrochés ou emmêlés dans les infrastructures (câbles dynamiques, chaînes d'amarrage, ancres, etc.).	No	No	No	No	Aucun accrochage ou emmélage. Les engins ont été dééployés et relevés d'une manière sure et maitrisée.
Dommage aux engins de pêche	None	None	None	None	Tous les engins ont été inspectés après utilisation pour détecter des dommage pouvant indiquer une dérive, un raclement sur le fond ou un accrochage, mais aucun dommage n'a été observé.
Dérive du navire à proximité des turbines	No	No	No	No	Le capitaine s'est assuré que le navire dérivait en s'éloignant des turbines et vers l'extérieur du parc lors des relevages.
Problème de manoeuvrabilité ou navire désemparé dans le parc éolien.	No	No	No	No	Le capitaine s'est assuré que le navire dérivait en s'éloignant des turbines et vers l'extérieur du parc lors des relevages.
Dérive d'un engin de pêche	Minimal	Minimal	Minimal	Minimal	Mouvement minimal, ajout de poids - expliqué plus loin.
Problème de sécurité à bord impliquant un	None	None	None	None	Tous les membres de l'équipage ont été correctement informés des procédures à suivre et ont respecté les consignes de sécurité.

membre d'équipage ou un scientifique					Le déploiement des engins est automatisé et n'a nécessité aucune intervention humaine..
Conflit avec un autre navire, une autre activité	None	None	None	None	Prévention par diffusion d'avis aux navigateurs (NtM) en temps utile et par la présence des marqueurs réfléchissants sur les engins de pêche.
Météo/Divers	Interruptions météo	Cisaillement d'un orin par l'hélice pendant le virage d'une filière	None	Interruptions météo	À une occasion, le câble de la bouée-balise de marquage a flotté derrière le navire pendant les opérations de virage et a été coupé par l'hélice du navire. Cependant, l'engin a été relevé à partir de l'autre extrémité et la bouée a été récupérée. Ce phénomène, qui se produit régulièrement au cours des opérations de pêche, n'a pas endommagé l'hélice du navire, mais a simplement allongé la durée de l'opération de relevage. Le capitaine n'a pas considéré que cela posait un problème de sécurité.

ii. Conditions de travail sûres - conditions météorologiques et maritimes

La priorité absolue de cet essai était d'utiliser en toute sécurité les engins de pêche dans la zone du parc éolien flottant et d'éviter toute interaction avec l'infrastructure éolienne flottante.

Des décisions de sécurité ont été prises en fonction des conditions météorologiques et de l'état de la mer avant chaque sortie ; elles ont été évaluées chaque matin et suivies tout au long de la journée. Le tableau 13 présente les conditions de mer minimales et maximales dans lesquelles le navire a navigué tout au long de l'essai, de juillet à novembre.

Table 13. Minimum and maximum range of sea conditions throughout the trial

Sea conditions	**Minimum and Maximum range**
Wind speed	2 knots – 30 knots
Tide speed	0.3 knots – 2 knots
Swell height	0.2 m – 2.5 m

Les sorties 1 et 4 ont été affectées par des conditions météorologiques défavorables telles qu'un brouillard épais, des vents forts et une houle qui auraient rendu l'entrée dans le parc éolien et l'utilisation des engins peu sûres. Le deuxième jour du voyage 1, la vitesse du vent était supérieure à 30 nœuds et il a donc été décidé de rester dans le port de Peterhead pour la journée, car les vents et la houle étaient trop forts pour travailler en toute sécurité à l'intérieur du parc éolien.

4. Discussion

Sécurité et adéquation des méthodes de pêche à proximité d'un parc éolien offshore flottant

La direction des affaires maritimes a entrepris une excursion de deux jours à bord de son navire de recherche, Alba na Mara, en juin 2021, afin de familiariser le personnel avec le site Hywind et de tester deux des trois méthodes de pêche : les casiers à poissons appâtés et les systèmes automatisés de pêche à la ligne. Quelques leçons ont été tirées de ce voyage, notamment qu'il était préférable d'avoir des filières plus courtes de casiers à poissons et de nasses afin de pouvoir les déployer dans les "zones de pêche" désignées et d'avoir de l'espace pour les imprévus. Les casiers à poissons n'ont été déployés que pendant quelques heures et n'ont pas capturé beaucoup de poissons ; il fut donc recommandé de les laisser en place plus longtemps et, idéalement, toute la nuit. Ces leçons ont été prises en compte dans ce projet principal.

Bien qu'il n'y ait pas de restrictions légales à la pêche dans les parcs éoliens des eaux écossaises, des zones d'exclusion ou de précaution temporaires ou permanentes sont mises en place à différents stades de la construction, de l'exploitation et du démantèlement des parcs éoliens en mer pour des raisons de sécurité. Ces zones d'exclusion sont en place pour toutes les activités des navires, y compris la pêche commerciale, la navigation et les bateaux de plaisance. Par exemple, il existe généralement une zone d'exclusion temporaire de 500 m autour des turbines pendant la phase de construction et de démantèlement, dont le respect

est assuré par des navires de garde. Pendant la phase d'exploitation, une zone tampon de sécurité de 50 m est généralement prévue autour des turbines afin de minimiser les risques pour les navires et les turbines. Pour tester la pêche dans le parc éolien offshore flottant Hywind, Equinor a désigné des zones de pêche à l'intérieur du parc éolien en fonction de paramètres de sécurité. Les zones de pêche désignées pour la sortie d'essai sur l'Alba en juin 2021 et la première sortie de ce projet étaient basées sur des paramètres plus prudents et étaient plus petites et plus éloignées des turbines. Cependant, après la première sortie, les zones de pêche ont été affinées pour être basées sur les paramètres de sécurité présentés dans le tableau 2. Les nouvelles zones étaient plus grandes et plus proches des turbines, tout en restant à une distance de sécurité. Les nouvelles zones, plus vastes, offraient un espace suffisant pour la manœuvre des navires et le déploiement des engins statiques.

Les "zones de pêche" affinées ont permis d'entreprendre des activités de pêche à proximité des turbines. La distance la plus proche d'une turbine a été de 200 m lors de la pêche à la ligne au cours du voyage 1. Aucun des engins de pêche utilisés n'a provoqué d'accrochage.

Cet essai a démontré que, dans des conditions maritimes et météorologiques appropriées, il est possible de pêcher en toute sécurité dans le parc éolien offshore flottant Hywind avec les engins de pêche statiques testés, en supposant que les règles standard de sécurité maritime et de navigation en mer, ainsi que les paramètres de sécurité du parc éolien offshore, soient respectés. Cette conclusion a été limitée spécifiquement au parc éolien offshore flottant Hywind, car d'autres parcs éoliens offshore flottants peuvent avoir des technologies, des espacements et des configurations de turbines différents, ainsi que des conditions géographiques, océanographiques ou de fond marin différentes qui peuvent influer sur les conditions de pêche. Il est donc recommandé d'effectuer des essais similaires dans d'autres parcs éoliens offshore flottants opérationnels dans le monde entier afin de mieux comprendre comment pêcher en toute sécurité dans les parcs éoliens offshore flottants.

Cet essai a été réalisé à partir d'un ancien chalutier à poissons blancs de 30 mètres. Cette taille de navire a été choisie sur la base de plusieurs facteurs, notamment la taille du pont, l'équipement de halage, une puissance motrice suffisante et le respect des réglementations strictes en vigueur. Cependant, il est reconnu que la plupart des navires écossais à engins statiques sont généralement beaucoup plus petits que celui utilisé dans cet essai. Les navires plus petits peuvent avoir plus d'espace pour opérer dans le parc éolien, bien qu'ils soient limités par l'espace de pont pour les engins. Il est recommandé d'effectuer un essai similaire en utilisant un navire plus petit tel qu'un caseyeur.

Les conditions météorologiques et maritimes ont joué un rôle majeur dans la sécurité de l'essai et ont influencé la décision de pénétrer dans la zone du parc éolien et de

déployer les engins statiques. Des conditions météorologiques défavorables peuvent ne pas avoir le même impact sur l'activité de pêche statique dans d'autres zones en dehors des parcs éoliens. Cependant, de mauvaises conditions météorologiques limitent l'activité de pêche dans les parcs éoliens en raison de la proximité des turbines et des risques potentiels de sécurité et d'accrochage des engins. Les sorties 1 et 4 ont été affectées par une forte houle, de fortes marées ou un brouillard épais qui ont rendu l'entrée dans le parc éolien et l'utilisation de l'engin de pêche peu sûres. La décision de ne pas entrer dans la zone du parc éolien a été discutée entre le capitaine du navire et le personnel de Marine Directorate à bord du navire et une approche de précaution a été adoptée. La décision de ne pas entrer dans le parc éolien le deuxième jour de la première sortie a été prise parce que la vitesse du vent était supérieure à 30 nœuds et que, par conséquent, les vents et la houle auraient été trop forts pour permettre de travailler en toute sécurité dans le parc éolien. Un courant de marée plus éleve pourrait entraîner également une dérive plus rapide du navire lors de la pêche à la ligne, ce qui pourrait augmenter le risque potentiel d'enchevêtrement de la ligne de pêche dans toute infrastructure souterraine. La décision de mettre en pêche a été prise en tenant compte des prévisions pour les prochains jours du voyage, de la possibilité de relever à nouveau l'engin et du risque de perte de l'engin, de périodes d'immersion plus longues et d'un risque accru d'endommagement de l'engin par d'autres usagers de la mer. Une gamme minimale et maximale de conditions de mer, y compris la vitesse du vent, la vitesse de la marée et la hauteur des vagues, a été enregistrée, fournissant un guide des limites d'exploitation pour les engins statiques sur le site de Hywind. Si cet essai devait être répété, il serait bénéfique de disposer d'une plus grande flexibilité en ce qui concerne les dates et horaires du navire afin de pouvoir faire face aux perturbations dues aux mauvaises conditions météorologiques. Hormis un jour de mauvais temps lors de la sortie 1 et plusieurs jours de mauvais temps lors de la sortie 4, les conditions ont été généralement bonnes.

L'un des objectifs du projet était de comprendre le potentiel de dérive des engins statiques et le risque d'accrochage et d'encombrement des infrastructures sous-marines. Cela pourrait conduire à une pêche fantôme où l'engin perdu continue à capturer des poissons et d'autres espèces marines, entraînant l'enchevêtrement et la mort dans certains cas. Il a été difficile de mesurer la dérive de l'engin car le navire avait tendance à tirer l'engin tout en s'éloignant du parc éolien et des turbines pour des raisons de sécurité, ce qui signifiait que la position de la bouée de marquage et du poids changeait en raison de la traction de l'engin par le navire. Il s'agit d'une pratique de sécurité courante pour les pêcheurs lorsqu'ils remontent des engins statiques. Cependant, l'équipage à bord du navire a jugé que l'engin semblait toujours être dans la même position que celle indiquée sur le traceur du navire à partir des positions de déploiement du jour précédent ou positionné en fonction de la marée dominante. Cela signifie que les bouées de marquage étaient faciles à trouver et permet de s'assurer que le poids de l'engin statique est approprié et que la dérive de l'engin est minime.

Il n'y a eu aucun cas d'enchevêtrement d'engins après avoir laissé l'engin pendant 24 heures. Cependant, si l'engin devait être laissé pendant une période plus longue

ou s'il y avait des vents et des marées importants, il pourrait y avoir un risque de dérive de l'engin et d'enchevêtrement dans l'infrastructure de l'éolienne. Si cet essai devait être reproduit, il a été recommandé d'utiliser un "pinger" compatible avec le système de traçage du navire pour localiser un ou les deux lests sur le fond marin, directement après le déploiement et à nouveau juste avant le relevage. Cela permettrait d'obtenir une mesure plus précise de tout mouvement de l'engin.

Composition des captures et taux de capture

Les taux de capture globaux étaient faibles par rapport aux taux de capture typiques dans les zones de pêche à la nasse plus commerciales et aux taux de capture des casiers à poissons d'autres études telles que le projet FIS. Ceci est lié à la tendance historique d'un niveau relativement faible de pêche commerciale aux arts trainants dans la zone et à l'absence de pêche aux arts dormants avant la construction du parc éolien Hywind, et était un résultat attendu. L'églefin et le maquereau étaient parmi les espèces les plus importantes capturées dans l'essai, ce qui est cohérent avec les pêcheries de faible niveau dans la zone.

Comme mentionné ci-dessus, les casiers à poissons utilisés dans cet essai ont également été utilisés dans le cadre du projet FIS, où ils ont été déployés dans diverses zones profondes au large de la côte nord-ouest de l'Écosse en décembre 2022 (les résultats de ce projet devraient être disponibles à l'été 2023). Les casiers à poissons ont été déployés dans des zones à forte densité de poissons et à proximité immédiate d'épaves où ils ont capturé un grand nombre de poissons. Par exemple, les résultats préliminaires ont enregistré plusieurs centaines de kg de grosses lingues, de cabillauds et de congres provenant d'un seul déploiement de 16 casiers à poissons sur des fonds situés à l'ouest des Shetland. Cela prouve l'efficacité de ce type d'engin lorsqu'il est déployé dans des zones à forte densité d'espèces cibles. L'objectif du projet SeaShare était de tester l'efficacité du déploiement d'engins de pêche statiques dans un parc éolien offshore flottant, et non de déterminer si le site était commercialement viable pour une telle pêche.

La plupart des espèces de poissons commerciales capturées au cours de cet essai étaient supérieures à la taille minimale de référence pour la conservation (MCRS) pour les eaux écossaises, par exemple 30 cm pour l'églefin, 27 cm pour le merlan et 20 cm pour le maquereau. Très peu de petits poissons ou de poissons juvéniles ont été capturés à l'aide de casiers à petites ou à grandes mailles sur le site de Hywind, ce qui, en ce qui concerne les premières espèces, suggère qu'elles n'étaient peut-être pas présentes en nombre significatif. Bien que la sélectivité des engins statiques ne soit pas aussi bien étudiée que celle des engins mobiles, le Marine Directorate se penche actuellement sur la question et des conseils formels sur la taille des mailles et la configuration pour minimiser la capture de petits poissons pourraient être disponibles à la fin de l'année 2023. Cela devrait permettre d'améliorer le statut déjà favorable à la conservation de cet engin.

L'objectif principal de cet essai était de tester la sécurité de l'utilisation d'engins statiques dans un parc éolien offshore flottant. Il s'agissait également de tester la viabilité des méthodes de pêche, mais d'un point de vue pratique et de sécurité plutôt que de la viabilité commerciale des méthodes de pêche. Des données sur les captures ont été recueillies afin d'éclairer l'utilisation de l'engin statique. On espère que ces essais pourront être reproduits à l'avenir dans d'autres parcs éoliens offshore flottants où les pêcheries sont plus actives et que les connaissances et l'expérience acquises lors de cet essai pourront être utilisées pour éclairer les essais futurs.

Les sorties ont eu lieu en juillet, août, octobre et novembre 2022. À l'origine, une sortie était prévue en septembre, mais après la sortie du mois d'août, le personnel scientifique a décidé, en accord avec le navire et Equinor, de reporter la sortie du mois d'août au mois d'octobre. Il s'agissait de saisir les différences saisonnières potentielles dans les captures, en particulier l'augmentation du nombre de crabes bruns à mesure qu'ils s'éloignent du littoral vers l'hiver et les changements dans le nombre de cabillauds à mesure qu'ils remontent vers le littoral. Cette tendance a été observée pour le crabe brun, puisqu'un total de 51 crabes bruns a été capturé lors de la deuxième sortie en août et un total de 125 crabes bruns a été capturé lors de la troisième sortie en octobre. Toutefois, l'augmentation attendue du nombre de cabillauds n'a pas été observée entre les sorties d'août et d'octobre, bien que peu de cabillauds aient été capturés lors de toutes les sorties en général.

Aucune crevette n'a été capturée malgré l'utilisation de nasses à crevettes. Ce résultat était prévisible car la zone ne présente pas les conditions et le type de sol appropriés pour les crevettes et n'était pas historiquement un lieu de pêche à la crevette. Malgré cela, l'essai a atteint son objectif principal qui était de tester l'utilisation des nasses à crevettes dans un parc éolien offshore flottant.

Lors de la deuxième campagne, cinq séquences de pêche à la ligne à la dérive ont été effectuées dans chaque zone, et lors de la troisième campagne, deux séquences de pêche à la ligne à la dérive ont été effectuées dans chaque zone. Cette réduction est due à des conditions météorologiques et maritimes moins bonnes tout au long de la campagne 3. Cependant, il était encore possible de faire une comparaison entre les sorties et d'examiner les poissons capturés par durée de pêche.

Connaissance environnementale et biodiversité

La diversité des espèces capturées a été influencée par le type d'engin, de leurre et d'appât utilisé, chacun d'entre eux étant généralement utilisé pour capturer des espèces spécifiques. Ces essais se sont concentrés sur les espèces commerciales de poissons et de crustacés en raison des méthodes de capture commerciales utilisées. Par conséquent, les informations sur la biodiversité d'autres espèces marines qui peuvent être tirées de ces essais sont limitées par rapport aux prélèvements benthiques et aux enquêtes vidéo sur les poissons. Néanmoins, ces

informations peuvent être ajoutées aux données de base et utilisées pour améliorer la connaissance environnementale de la zone.

Les prises accessoires d'espèces non ciblées ont été relativement faibles, mais il convient de noter la présence de la petite pieuvre, du calmar à nageoires longues, de la petite roussette, de la lingue, de la limande commune, de la crevette rouge, de l'escargot, de l'anguille de mer et d'espèces d'étoiles de mer.

La zone témoin utilisée dans ce projet se trouvait à 470 m de la limite du parc éolien et à 1751 m de l'éolienne la plus proche. En comparaison, il y avait trois zones de pêche à l'intérieur du parc éolien, ce qui signifie que l'effort de pêche dans le parc éolien est beaucoup plus important qu'à l'extérieur. La difficulté de s'assurer que la zone témoin était similaire aux zones du parc éolien en termes de profondeur et de type de fond marin a rendu difficile la comparaison des prises de poissons à l'intérieur du parc éolien et à l'extérieur de celui-ci. Cependant, ce n'était pas l'objectif principal de l'essai, bien que la composition et les taux de capture pour chacune des zones soient toujours rapportés.

Certaines espèces de poissons, comme certains gadidés (le lieu jaune et le lieu noir en particulier), sont attirées par les structures dures construites par l'homme qui représentent des habitats de type récifal et se regroupent autour d'elles (Reubens et al. 2014 ; Fujii 2015 ; Flávio et al. 2023 ; Methratta & Dardick 2019). On pense que ces structures peuvent offrir aux poissons de la nourriture, un abri et un refuge contre les prédateurs. Il a été démontré que les prédateurs tels que les phoques et les grands poissons prédateurs chassent autour des éoliennes à fondation fixe (Russell et al. 2014). Des études visant à comparer les poissons à l'intérieur et à l'extérieur des parcs éoliens ont montré que l'abondance globale des poissons augmentait légèrement dans le parc éolien offshore, mais diminuait dans la zone de témoin située à 6 km (Stenberg et al. 2015). Les poissons de l'habitat rocheux étaient plus abondants à proximité des turbines, tandis que le merlan était plus abondant loin de celles-ci. La diversité des espèces était significativement plus élevée à proximité des turbines. Les résultats indiquent que les structures de récifs artificiels fournies par un parc éolien étaient suffisamment grandes pour attirer les espèces de poissons qui préfèrent les habitats rocheux (Stenberg et al. 2015). Le projet SeaShare n'a pas été mis en place pour étudier l'agrégation des poissons autour des turbines flottantes en raison du risque de sécurité lié à la proximité du navire avec la turbine. Toutefois, l'équipage chargé de la pêche à la ligne automatique a signalé qu'un plus grand nombre de poissons étaient capturés lorsqu'ils étaient plus proches de la turbine que lorsqu'ils en étaient plus éloignés. Dans le cadre de ce projet, les poissons capturés ont été enregistrés par session et non en fonction de la distance par rapport à l'éolienne, de sorte que cette constatation n'est basée que sur l'observation, mais ce sujet mériterait d'être étudié plus avant.

5. Conclusion

Le déploiement et l'utilisation en toute sécurité d'engins de pêche statiques (casiers à poissons, nasses et lignes électroniques) dans le parc éolien offshore flottant Hywind ont été démontrés avec succès au cours de ce court essai. En dehors des périodes de mauvais temps, il n'y a pas eu de problèmes de sécurité ou de problèmes tels que l'accrochage ou la perte d'engins, et la dérive des engins est apparue minimale, en raison d'un lestage approprié. Les "zones de pêche" désignées par Equinor pour ces essais, sur la base de paramètres de sécurité et d'une distance minimale de 200 m par rapport à une turbine et aux sections dynamiques des câbles d'exportation/inter-éoliennes et de 50 m par rapport à toute autre infrastructure sous-marine, ont permis un fonctionnement sûr de l'engin statique et une marge de manœuvre suffisante pour un navire de pêche de 30 m. Les captures n'ont pas été commercialement rentables, mais elles ont été réalisées dans des conditions de sécurité optimales. Bien que la taille des prises ne soit pas commercialement viable, il était entendu à l'avance que ce serait probablement le cas, car la zone n'était pas particulièrement productive en termes de pêche historique et n'était pas au centre du projet.

Cet essai a constitué un premier pas instructif vers la compréhension de la capacité à pêcher en toute sécurité dans un parc éolien offshore flottant à l'aide d'engins statiques. Ces informations serviront de base à l'élaboration de bonnes pratiques visant à promouvoir la coexistence entre les parcs éoliens offshore et les pêcheries commerciales.

6. Recommendations

Ce projet a permis d'identifier une série de recommandations :

- La définition de "zones de pêche" au sein d'un parc éolien offshore flottant est utile pour faciliter la coexistence avec les pêcheries statiques. Elle réduit le risque d'accrochage des engins de pêche, les problèmes de sécurité des navires et les dommages causés aux infrastructures du parc éolien. Les questions de responsabilité et d'assurance pour la pêche dans les parcs éoliens sont une question distincte pour le secteur de l'éolien offshore et la pêche commerciale et n'ont pas été prises en compte dans ce projet. Ces zones peuvent être téléchargées et représentées sur le traceur du navire afin que le capitaine, l'équipage et le personnel scientifique aient à tout moment une vue de leur position par rapport aux zones de pêche prédéfinies.
- Les pêcheurs devraient avoir accès à des localisations spatiales précises en surface et sous la surface de toutes les infrastructures des parcs éoliens offshore flottants, y compris les chaînes d'amarrage, les câbles dynamiques et les ancres, dans un format qui puisse être facilement téléchargé sur les traceurs de bord. Ces emplacements pourraient être ajoutés au site web de FishSAFE, par exemple, et être téléchargés dans leur système et sur des cartes afin que les pêcheurs puissent y accéder facilement. L'emplacement de toutes les infrastructures de surface et souterraines associées au parc éolien offshore Hywind est disponible sur FishSAFE.
- Une bonne communication entre le centre de contrôle du parc éolien et tout navire de pêche entrant dans le parc éolien. Il ne s'agit pas d'une obligation légale, car il n'existe pas de restrictions juridiques à la pêche dans les parcs éoliens en mer dans les eaux écossaises. Cependant, cela améliore considérablement les relations de travail entre les industries de l'éolien offshore et de la pêche, réduit le risque de confusion et peut permettre une intervention plus rapide des secours en cas d'urgence.
- Étant donné qu'il s'agit du premier essai et qu'il a été relativement court, des études similaires devraient être reproduites dans d'autres parcs éoliens flottants opérationnels afin de faciliter les possibilités de coexistence. D'autres types de méthodes de pêche propres à la zone du parc éolien pourraient également être testés afin de rendre l'essai plus applicable à la flotte de pêche. Un essai similaire utilisant un navire plus petit, tel qu'un caseyeur, devrait également être entrepris.

Contributions and Acknowledgements: We would like to thank Equinor for their collaboration in this trial. We would also like to thank the Scottish Fishermen’s Federation (SFF) for their support in chartering a vessel and the skipper and crew of the vessel, Seagull, for welcoming us on board their vessel and conducting the trials safely and professionally.

We would also like to thank John Clarke, Robert Main and Chris McWhirter from the Marine Directorate who assisted with the fieldwork.

7. References

BOWL 2021. Trawl Sweep Report, BOWL, MV 'Fisher Buoys' FR54. SFF Services Limited.

Flávio, H., Seitz, R., Eggleston, D., Svendsen, J. C. and Støttrup, J. (2023). Hard-bottom habitats support commercially important fish species: a systematic review for the North Atlantic Ocean and Baltic Sea. PubMed Central doi: 10.7717/peerj.14681

Fujii, T. 2015. Temporal variation in environmental conditions and the structure of fish assemblages around an offshore oil platform in the North Sea. Marine Environmental Research, Volume 108, Page 69-82. https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2015.03.013

Hywind Scotland Pilot Park 2015. Environmental Statement (ES) – Fish and shellfish ecology (Chapter 10) and Commercial Fisheries (Chapter 14) https://marine.gov.scot/datafiles/lot/hywind/Environmental_Statement/Environmental_Statement.pdf

MacDonald, P. and Mair, J. (2017) An Investigation into the Commercial Viability of Fish Traps and Jig Fishing in the Scottish Demersal Fishery. Scottish Marine and Freshwater Science Vol 8 No 5, 32pp. DOI: 10.7489/1892-1

Methratta, E. T. and Dardick, W. R. 2019. Meta-Analysis of Finfish Abundance at Offshore Wind Farms. Reviews in Fisheries Science & Aquaculture. Volume 27, Issue 2. Pages 242-260. https://doi.org/10.1080/23308249.2019.1584601

MMT 2013. Hywind Offshore Wind farm Environmental Survey Report.

Reubens, J. T., Degraer, S. and Vincx, M. (2014) The ecology of benthopelagic fishes at offshore wind farms: a synthesis of 4 years of research. Hydrobiologia 727: 121-136. DOI 10.1007/s10750-013-179-1

Russell, D., Brasseur, S., Thompson, D., Matthiopoulos, J., Moss, S. and McConnell, B. (2014) Marine mammals trace anthropogenic structures at sea. Current Biology, Vol. 24, Issue 14. https://doi.org/10.1016/j.cub.2014.06.033

Stenberg, C., Støttrup, J. G., van Deurs, M., Berg C. W., Dinesen, G. E., Mosegaard, H., Grome, T. M., Leonhard, S. B. 2015. Long-term effects of an offshore wind farm in the North Sea on fish communities. Marine Ecology Progress Series. Volume 528: 257-265.

8. Appendix

Raw CPUE Data

Table 14. Fishtrap CPUE (number and weight/deployment) of main commercial species by area and trip.

Trip	Area	Species	Number/Deployment	Weight/Deployment (kg)
Trip 1	1	HAD	23	14.86
Trip 1	1	WHI	8	2.93
Trip 2	1	HAD	30	16.02
Trip 2	1	WHI	0	0.00
Trip 2	2	HAD	18	7.72
Trip 2	2	WHI	3	1.03
Trip 2	3	HAD	56	26.88
Trip 2	3	WHI	6	1.61
Trip 2	4	HAD	19	8.16
Trip 2	4	WHI	3	0.80
Trip 3	1	HAD	17	8.70
Trip 3	1	WHI	1	0.30
Trip 3	2	HAD	0	0.00
Trip 3	2	WHI	4	0.89
Trip 3	3	HAD	4	3.00
Trip 3	3	WHI	1	0.16
Trip 3	4	HAD	9	4.30
Trip 3	4	WHI	0	0.00

Table 15. Jigger CPUE by number and weight of main commercial species by area and trip.

Trip	Area	Species	Number	Weight (kg)	Duration (min)	No/hr	Wt/hr
Trip 1	2	MAC	7	1.31	186	2.3	0.4
Trip 1	2	HAD	2	1.13	186	0.6	0.4
Trip 2	1	MAC	39	12.25	82	28.5	9.0

Trip 2	1	HAD	1	0.32	82	0.7	0.2
Trip 2	1	WHI	2	0.50	82	1.5	0.4
Trip 2	2	MAC	6	2.65	34	10.6	4.7
Trip 2	2	HAD	1	0.67	34	1.8	1.2
Trip 2	3	MAC	7	1.96	159	2.6	0.7
Trip 2	3	HAD	18	9.23	159	6.8	3.5
Trip 2	4	MAC	8	1.91	99	4.8	1.2
Trip 2	4	HAD	1	0.59	99	0.6	0.4
Trip 2	4	WHI	1	0.23	99	0.6	0.1
Trip 3	1	MAC	6	1.91	100	3.6	1.1
Trip 3	1	HAD	2	0.85	100	1.2	0.5
Trip 3	1	WHI	1	0.22	100	0.6	0.1
Trip 3	2	MAC	15	6.09	71	12.7	5.1
Trip 3	2	HAD	2	1.09	71	1.7	0.9
Trip 3	2	WHI	4	1.32	71	3.4	1.1
Trip 3	3	HAD	2	1.30	75	1.6	1.0
Trip 3	3	WHI	12	3.50	75	9.6	2.8
Trip 3	4	MAC	2	0.55	95	1.3	0.3
Trip 3	4	HAD	10	3.72	95	6.3	2.3
Trip 3	4	WHI	13	3.80	95	8.2	2.4
Trip 3	4	COD	1	0.42	95	0.6	0.3
Trip 3	4	GUU	1	0.26	95	0.6	0.2
Trip 4	4	MAC	8	3.262	129	3.7	1.5
Trip 4	4	HAD	3	1.935	129	1.4	0.9
Trip 4	4	WHI	7	1.92	129	3.3	0.9
Trip 4	4	COD	1	0.361	129	0.5	0.2

Table 16. Crab creel CPUE (weight/deployment) of main commercial species and agglomerated non-commercial bycatch by area and trip. Results not scaled to soak time.

Trip	Area	Species	Weight/Deployment (kg)
Trip 1	4	ECR	6.10
Trip 1	4	Other Crustaceans	0.04
Trip 1	3	Fish	0.20
Trip 2	2	ECR	2.70

Trip 2	2	Other Crustaceans	0.04
Trip 2	2	FISH	1.20
Trip 2	3	ECR	6.37
Trip 2	3	FISH	1.10
Trip 2	4	ECR	12.00
Trip 2	4	Fish	1.33
Trip 2	4	Other Crustaceans	0.09
Trip 2	1	ECR	5.90
Trip 2	1	Fish	0.27
Trip 2	1	Other Crustaceans	0.05
Trip 3	3	ECR	1.70
Trip 3	2	ECR	12.20
Trip 3	2	Other Crustaceans	12.20
Trip 3	4	ECR	34.20
Trip 3	1	Molluscs	0.04

Table 17. Prawn creel CPUE (weight/deployment) of main commercial shellfish species and agglomerated

Trip	Area	Species	Weight/Deployment (kg)
Trip 1	3	ECR	0.06
Trip 1	3	Other Crustaceans	0.42
Trip 1	3	Fish	0.79
Trip 1	3	Molluscs	1.40
Trip 1	4	Other Crustaceans	0.42
Trip 2	1	Fish	0.04
Trip 2	1	Other Crustaceans	0.03
Trip 2	2	Fish	0.63

Trip 2	2	Other Crustaceans	0.06
Trip 2	2	Molluscs	0.06
Trip 2	3	Fish	2.30
Trip 2	3	Other Crustaceans	0.08
Trip 2	3	Echinoderms	0.35
Trip 2	4	Fish	0.59
Trip 2	4	Other Crustaceans	0.35
Trip 3	4	Fish	0.04
Trip 3	4	Other Crustaceans	1.72
Trip 3	4	Echinoderms	0.43
Trip 3	1	Fish	0.56
Trip 3	1	Other Crustaceans	0.05
Trip 3	3	Fish	0.54
Trip 3	3	Other Crustaceans	0.05
Trip 3	2	Fish	0.56
Trip 3	2	Molluscs	0.01