

## Notitie ecologische effecten bodemberoerende visserij Voordelta

Prof. Dr. Ir. Tjisse van der Heide, onderzoeksleider bij het Koninklijk Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ) en hoogleraar Kustecologie aan de Rijksuniversiteit Groningen

*Deze notitie is geschreven naar aanleiding van een adviesverzoek van Natuurmonumenten omtrent de ecologische effecten van de bodemberoerende visserij in de Voordelta. Dit advies is openbaar, onafhankelijk en onbezoldigd, en reflecteert mijn, op literatuuronderzoek gebaseerde, beoordeling. De notitie richt zich op de vraag of het verlies van habitattype H1110 (de permanent overstroomde zandbanken) door de aanleg van Maasvlakte 2 voldoende is gecompenseerd door reductie van bodemberoerende visserij. Compensatie van het verlies van foerageergebied van de zwarte zee-eend, grote stern en visdief ligt te ver buiten mijn expertise en wordt hier niet behandeld.*

### Conclusies

In deze notitie licht ik de volgende conclusies toe:

- De Natuurcompensatie Voordelta heeft geen aantoonbare verbetering van de natuur opgeleverd.
- Sinds het instellen van het bodembeschermingsgebied is bodemberoering door visserij niet aantoonbaar verminderd; de beroeringsfrequentie is juist toegenomen door een verschuiving van boomkor- naar garnalenkorvisserij.
- Doordat er binnen en buiten het bodembeschermingsgebied evenveel wordt gevestigd, kunnen geen conclusies worden getrokken over natuurherstellende effecten van het weren van bodemberoerende visserij.
- Elke vorm van visserij beïnvloedt het ecosysteem, en voor bodemberoerende visserij zijn in vergelijkbare ecosystemen verschillende directe en indirecte negatieve effecten op de natuur aangetoond.
- Het daadwerkelijk stoppen van bodemberoerende visserij in het bodembeschermingsgebied zal het natuurlijk functioneren van het ecosysteem verbeteren.

### Bodembescherming ter compensatie van de aanleg van Maasvlakte 2

Ter compensatie van de aanleg van Maasvlakte 2 is in 2008 een bodembeschermingsgebied ingesteld in het Natura 2000-gebied Voordelta van circa 10x de oppervlakte van het verloren areaal (2455 ha). Bodemberoering door visserij op platvis (bot, schol, tong) middels zware boomkorren met bodemslepende wekkerkettingen en netten (en motorvermogen >260 pk) is sindsdien formeel verboden. *Het doel van deze maatregel is om de kwaliteit van habitattype H1110 met minimaal 10% te verbeteren, om zodoende het verloren areaal te compenseren* [1]. Bodemberoering door garnalenkorvisserij – een lichtere vorm van boomkorvisserij met klossenpezen in plaats van wekkerkettingen – bleef echter nog wél toegestaan [1].

### Monitoringsprogramma's ingesteld om compensatie te meten

Om het effect van de maatregel te kwantificeren werd het monitoringsprogramma PMR-NCV ingesteld na de start van de aanleg van Maasvlakte 2 in 2009. Daarvoor werden tussen 2004 en 2008 nulmetingen uitgevoerd in het kader van MEP-MV2. Vragen waarop de programma's antwoord moeten geven zijn in 2009 in het MEP-NCV vastgelegd [1]. Kernvraag voor habitattype H1110 is omschreven als: *Wordt het verlies aan habitattype H1110 als gevolg van de aanleg van Maasvlakte 2 voldoende gecompenseerd?* Om deze vraag te toetsen is tot dusverre vooral gekeken naar de ontwikkeling van bodemdier- en visgemeenschappen (o.a. aantal soorten, biomassa) in relatie tot de abiotische omstandigheden (o.a. golven, zoutgehalte, sedimenteigenschappen) en de visserijdruk (korvisserijsoort en -frequentie) tot en met 2017 [1].

### Voorgenomen experiment-gebaseerde analyses blijken onmogelijk

In eerste instantie hadden de onderzoekers gekozen voor een vergelijkende analyse tussen het nieuwe beschermingsgebied en onbeschermd gebied middels een zogenaamde BACI-benadering (Before-After-Control-Impact). Met deze methode wordt bodembescherming als een experimentele behandeling geanalyseerd met een referentiebehandeling en de Ausgangssituatie voor de maatregel als controles [2]. Echter, de methodiek bleek al snel ongeschikt omdat de zware boomkorvisserij al in de jaren vóór het instellen van de maatregel vrijwel geheel uit de Voordelta verdween [1]. Benodigde contrasten tussen de 'behandelingen' waren daarmee afwezig: zonder (verschillen in) boomkorvisserij, kan men het effect ervan niet toetsen. Bovendien bleek dat tegelijkertijd de bevissingsfrequentie van de eveneens bodemberoerende garnalenkorvisserij in de gehele Voordelta – maar in het bodembeschermingsgebied in het bijzonder – juist sterk was toegenomen [1]. Aanvullend onderzoek, uitgevoerd tussen 2010-2012, waarbij garnalenkorvisserij experimenteel werd uitgesloten, mislukte omdat er alsnog in de

meeste visserij-vrije proefvlakken werd gevist [1, 3]. En als men overal op garnalen vist, kan het effect daarvan niet worden vastgesteld. *Geconcludeerd kan worden dat bodemberoerende visserij in het bodembeschermingsgebied niet aantoonbaar is verminderd; de totale jaarlijkse beroeringsfrequentie door garnalen- en boomkorvisserij samen is sinds de instelling van de maatregel juist toegenomen [1].*

### **Alternatieve correlatieve analyses geven geen antwoord**

Om ondanks alle beperkingen tóch nog iets te kunnen zeggen over de kernvraag, hebben de onderzoekers middels correlatieve analyses naar verbanden gezocht tussen visserijdruk, abiotiek (o.a. diepte, golven, stroming, zoutgehalte, sedimenteigenschappen) en de ontwikkeling van de soortengemeenschap over de tijd. Wat hierbij opvalt is dat er geen duidelijke kwaliteitsverbeteringen zijn gevonden, geen eenduidige correlaties met visserij, maar ook dat correlaties met abiotische factoren veelal zwak zijn. Er is dus veel 'ruis' – onverklaarde variatie in soortensamenstelling [1]. Hierdoor zijn meerdere verklaringen mogelijk voor het ontbreken van een duidelijk verband tussen soortensamenstelling en visserijdruk:

- Andere of onvoldoende nauwkeurig meegenomen abiotische of biotische factoren creëren veel onverklaarde variatie die effecten van bodemberoerende visserij overstemmen;
- Bodemberoerende visserij heeft een belangrijk effect maar dit kon niet worden vastgesteld, bijvoorbeeld doordat men overal veel vist, en/of doordat de afname van de zware boomkorvisserij wordt gecompenseerd door de toename van garnalenkorvisserij;
- De soortengemeenschap is relatief ongevoelig voor bodemberoerende visserij, doordat ze is aangepast aan extreme natuurlijke dynamiek.

Het is op grond van de nu beschikbare gegevens niet mogelijk om onderscheid te maken tussen deze verklaringen. Het lukte de onderzoekers dan ook niet om eventuele visserij-effecten uit de ruis te destilleren. *Samenvattend: gebaseerd op de beschikbare data en analyses kan niet worden vastgesteld dat het weren van de zware boomkorvisserij heeft geleid tot een vereiste 10% kwaliteitsverbetering van habitattype H1110 in het bodembeschermingsgebied binnen de Voordelta.*

### **Effecten van bodemberoerende visserij**

Een niet onwaarschijnlijke verklaring voor het uitblijven van habitatverbetering is de toegenomen bodemverstoring door garnalenkorvisserij. Deze vindt vrijwel vlakdekkend in het gebied plaats; slechts 1 tot 3% van de Voordelta wordt niet bevestigd [1]. Hoewel verschillende bodemberoerende visserijvormen verschillende effecten hebben (o.a. [4, 5]), heeft elke visserijvorm negatieve impact op het natuurlijk ecosysteemfunctioneren door onttrekking van bevestigde soorten, bijvangst, en/of andere neveneffecten (o.a. [1, 6-9]).

Momenteel wordt de zeebodem in het overgrote deel van de Voordelta, inclusief het beschermingsgebied, meer dan 1x per jaar beroerd, en in de meeste gevallen meer dan 4x per jaar [1]. Bij elke trek wordt het sediment omgewoeld waardoor het water vertroebelt, en de bodemsamenstelling en bodemchemie kunnen veranderen [10-12]. Voor soorten die in en op de zeebodem leven hangt de impact af van de zwaarte van het vistuig, de beroeringsfrequentie én de levenswijze [5, 6, 13-16]. Soorten die op of in de toplaag leven zijn gevoelig omdat ze direct geraakt worden [6]. Langlevende soorten die zich moeizaam voortplanten zijn kwetsbaar vanwege hun lange hersteltijd [6]. Rifvormende soorten zoals mosselen, oesters en zandkokerwormen zijn waarschijnlijk het kwetsbaarst voor bodemverstoring; hun hersteltijd kan meer dan 10 jaar zijn (o.a. [5, 6, 13, 17-23]).

Voor bepaalde bodemsoorten kunnen visserij-effecten ook positief uitpakken [24]. De onderzoekers vinden in de Voordelta een overwegend positief verband tussen totale biomassa van bodemdieren en visserij-intensiteit [1]. Dit is vooral het gevolg van een toename van de Amerikaanse zwaardschede (*Ensis leei*) [1]. Recent experimenteel onderzoek in de Noord- en Waddenzee suggereert dat deze invasieve exoot die zich makkelijk aanpast aan verstoring door garnalenkorvisserij [25]. Doordat *Ensis* verstoord bodems snel (her)koloniseert [2, 25, 26], is het mogelijk dat deze soort, geholpen door bodemberoerende visserij, inheemse soorten verdringt door bijvoorbeeld competitie voor voedsel of ruimte [27, 28]. Over het algemeen wordt de aanwezigheid en toename van invasieve exoten in ecosystemen als onwenselijk beschouwd [29].

Naast *Ensis*, vindt men ook andere positieve verbanden tussen sommige bodemlevende soorten en visserij. Deze correlaties kunnen er op duiden dat bodemberoerende visserij gericht plaatsvindt in gebieden waar deze soorten veel voorkomen [1]. Eerder onderzoek op de Noordzee stelde inderdaad vast dat verschillende soorten bodemberoerende visserij zich concentreren op verschillende gebieden met specifieke omgevingseigenschappen, en vaak met de hoogste biomassa en biodiversiteit [30, 31].

Directe visserij-effecten op soorten werken via soortinteracties door op andere soorten. Met name impact op rifvormende soorten werkt door op soorten die direct of indirect van deze riffen afhankelijk zijn (o.a. [32, 33]). Daarnaast werken zowel toe- als afnames van soorten, en ook overboord gegooid dode bijvangst [24, 34], door in de predator-prooi-relaties waarbij sommige soorten profiteren en andere juist benadeeld raken [35, 36]. Hierdoor kunnen complexe verschuivingen in het voedselweb plaatsvinden [35, 37, 38]. Door de combinatie van effecten heeft visserij wereldwijd, inclusief de Noord- en Waddenzee wateren, geleid tot enorme veranderingen in soortengemeenschappen en ecosystemen (o.a. [7-9, 39]). Bodemberoerende visserij, inclusief garnalenkorvisserij, speelt daarbij een belangrijke rol (o.a. [5, 17, 19, 23, 40-53]).

### **Visserij-effecten versus natuurlijke dynamiek**

Een in Tulp *et al.* [1] gesuggereerde alternatieve verklaring voor het gebrek aan verband tussen habitatkwaliteit en visserijdruk is dat de soortengemeenschap relatief ongevoelig is voor bodemberoerende visserij doordat ze is aangepast aan extreme natuurlijke dynamiek (o.a. golven, stroming). Eerder onderzoek suggereert inderdaad dat in dynamische gebieden zoals getijdengeulen, soorten minder gevoelig kunnen zijn voor de 'extra' verstoring door bodemberoerende visserij [6]. Cruciale vraag is dan of de gehele Voordelta zó extreem dynamisch is dat zich daar geen, voor bodemberoerende visserij kwetsbare, soortengemeenschappen kunnen ontwikkelen. Tulp *et al.* [1] bevat geen analyses waaruit dit blijkt, terwijl Van Mooren *et al.* [54] juist duidelijke abiotische gradiënten (in o.a. diepte, golven, zoutgehalte) en dus contrasten in dynamiek in de Voordelta beschrijft. Een dergelijk effect van dynamiek is met de beschikbare gegevens ook niet aantoonbaar, omdat effecten van bodemberoerende visserij lijken op natuurlijke verstoringen, waardoor intensief beviste soortengemeenschappen in rustige gebieden gaan lijken op gemeenschappen in dynamische gebieden [55].

Recente studies tonen aan dat kwetsbare soortengemeenschappen ook in dynamische gebieden kunnen voorkomen [14, 21, 56]. Onlangs werden een mossel-oesterrif en zeer dichte schelpkokerwormenriffen ontdekt in een gebied in de Voordelta waar bodemberoerende visserij (vrijwel) afwezig is vanwege verspreid liggende grote stenen die daar waarschijnlijk belandden tijdens de aanleg van de Brouwersdam [22, 32]. Daarnaast zijn verder op de Noordzee riffen van zandkokerwormen ontdekt tussen grote zandbanken ('megaripples') die door sterke stroming en/of golven worden gevormd [14, 21, 57]. Doordat de zandkokerwormenriffen in de dalen tussen de zandbanken liggen, beschermen deze de riffen mogelijk tegen bodemberoerende visserij [21]. Ook net ten zuiden van de Voordelta, in de Belgische Hinderbanken, zijn bodemberoeringsgevoelige soortengemeenschappen gevonden in onbeviste dalen tussen zandbanken [58]. Kortom, of de gehele Voordelta 'hoog-dynamisch' is, is zonder verdere onderbouwing een semantische discussie, en vestiging van kwetsbare soortengemeenschappen is in bepaalde delen van de Voordelta mogelijk. Hoe groot het verdere potentieel is voor zulke gemeenschappen, is met de huidige data en onderzoeksopzet echter niet vast te stellen.

### **Kansen voor kwaliteitsverbetering door effectieve natuurbescherming**

*Samengevat kan worden gesteld dat, op basis van de beschikbare wetenschappelijke literatuur, het weren van alle bodemberoerende visserij in de Voordelta zal leiden tot een verbetering van het natuurlijk functioneren van het gebied.* Echter, of een dergelijke maatregel leidt tot een meetbare 10% kwaliteitsverbetering is op voorhand niet te zeggen. Dit hangt niet alleen af van de daadwerkelijke visserij-effecten en het weren ervan, maar ook van hoe de kwaliteitsverbetering wordt gemeten. Wat opvalt aan veel van de studies die duidelijke visserijeffecten aantonen is dat analyses worden gemaakt op grote ruimtelijke schalen, en/of over tijdspannes van tientallen tot zelfs honderden jaren, en/of vergelijking van gebieden met duidelijke contrasten in visserijdruk. Het kiezen van passende ecologische indicatoren en analyses op de juiste ruimte- en tijdschalen is dus cruciaal [33].

Als men het natuurlijk functioneren van het ecosysteem in het bodembeschermingsgebied wil verbeteren en beschermen, is de meest robuuste maatregel het instellen van een reservaat waarin alle menselijke exploitatie wordt uitgesloten. Dit past ook binnen het in Natura 2000-gebieden geldende voorzorgsprincipe. Bovendien zou een dergelijke compensatiemaatregel niet alleen een uniek stuk onverstoord Nederlandse kustnatuur opleveren, maar op termijn ook een eerste échte kans om te leren hoe menselijke verstoring ingrijpt in het ecosysteem van de Noordzeekustzone.

## Referenties

1. Tulp I, et al. (2019) *Syntheserapport PMR NCV*. Wageningen Marine Research.
2. Prins T, et al. (2020) *Eindrapportage monitoring-en onderzoeksprogramma Natuurcompensatie Voordelta (PMR-NCV)*. Wageningen Marine Research.
3. Schellekens T, et al. (2014) *Garnalenvisserij experiment Voordelta*. IMARES.
4. Rijnsdorp A, et al. (2020) *Different bottom trawl fisheries have a differential impact on the status of the North Sea seafloor habitats*. ICES Journal of Marine Science **77**(5): 1772-1786.
5. Hiddink JG, et al. (2017) *Global analysis of depletion and recovery of seabed biota after bottom trawling disturbance*. Proceedings of the National Academy of Sciences **114**(31): 8301-8306.
6. Rippen A, et al. (2021) *Review effecten natuurlijke bodemdynamiek en menselijke bodemberoering in de sublitorale Waddenzee*. Altenburg en Wymenga, i.o.v. Programma naar een Rijke Waddenzee.
7. Lotze HK, et al. (2005) *Human transformations of the Wadden Sea ecosystem through time: a synthesis*. Helgoland Marine Research **59**(1): 84-95.
8. O'Brien CM, et al. (2000) *Climate variability and North Sea cod*. Nature **404**(6774): 142-142.
9. Pauly D, et al. (1998) *Fishing down marine food webs*. Science **279**(5352): 860-863.
10. Palanques A, Guillén J, & Puig P (2001) *Impact of bottom trawling on water turbidity and muddy sediment of an unfished continental shelf*. Limnology and Oceanography **46**(5): 1100-1110.
11. Trimmer M, et al. (2005) *Impact of long-term benthic trawl disturbance on sediment sorting and biogeochemistry in the southern North Sea*. Marine Ecology Progress Series **298**: 79-94.
12. Tiano JC, et al. (2022) *Trawling effects on biogeochemical processes are mediated by fauna in high-energy biogenic-reef-inhabited coastal sediments*. Biogeosciences **19**(10): 2583-2598.
13. Tiano JC, et al. (2020) *Experimental bottom trawling finds resilience in large-bodied infauna but vulnerability for epifauna and juveniles in the Frisian Front*. Marine Environmental Research **159**: 104964.
14. Van der Reijden K (2021) *Seafloor communities and habitat disturbances in the North Sea*. University of Groningen: Groningen.
15. Eigaard OR, et al. (2016) *Estimating seabed pressure from demersal trawls, seines, and dredges based on gear design and dimensions*. ICES Journal of Marine Science **73**(suppl\_1): i27-i43.
16. van Denderen PD, et al. (2015) *Temporal aggregation of bottom trawling and its implication for the impact on the benthic ecosystem*. ICES Journal of Marine Science **72**(3): 952-961.
17. De Groot S (1984) *The impact of bottom trawling on benthic fauna of the North Sea*. Ocean management **9**(3-4): 177-190.
18. De Paoli H, et al. (2015) *Processes limiting mussel bed restoration in the Wadden-Sea*. Journal of Sea Research **103**: 42-49.
19. Fariñas-Franco JM, Allcock AL, & Roberts D (2018) *Protection alone may not promote natural recovery of biogenic habitats of high biodiversity damaged by mobile fishing gears*. Marine Environmental Research **135**: 18-28.
20. Gibb N, et al. (2014) *Assessing the sensitivity of Sabellaria spinulosa to pressures associated with marine activities*. JNCC.
21. Van der Reijden KJ, et al. (2019) *Discovery of Sabellaria spinulosa reefs in an intensively fished area of the Dutch Continental Shelf, North Sea*. Journal of Sea Research **144**: 85-94.
22. Van der Have T, van der Jagt H, & Kamermans P (2019) *Biogene riffen in de Voordelta: verspreiding en verkenning van verklarende factoren*. Bureau Waardenburg.
23. Cook R, et al. (2013) *The substantial first impact of bottom fishing on rare biodiversity hotspots: a dilemma for evidence-based conservation*. PloS one **8**(8): e69904.
24. Van Denderen PD, van Kooten T, & Rijnsdorp AD (2013) *When does fishing lead to more fish? Community consequences of bottom trawl fisheries in demersal food webs*. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences **280**(1769): 20131883.
25. Tulp I, et al. (2020) *Dose-response relationship between shrimp trawl fishery and the macrobenthic fauna community in the coastal zone and Wadden Sea*. Journal of Sea Research **156**: 101829.
26. Van der Heide T, et al. (2014) *Predation and habitat modification synergistically interact to control bivalve recruitment on intertidal mudflats*. Biological Conservation **172**: 163-169.
27. Jung AS, et al. (2020) *Impacts of macrozoobenthic invasions on a temperate coastal food web*. Marine Ecology Progress Series **653**: 19-39.



28. Van Leeuwen S & Gmelig Meyling A (2022) *Changes in the marine mollusc fauna in the Netherlands (1900–2010)*. *Basteria* **86**(1): 1-12.
29. Keller RP, et al. (2011) *Invasive species in Europe: ecology, status, and policy*. *Environmental Sciences Europe* **23**(1): 1-17.
30. Hintzen NT, et al. (2021) *Quantifying habitat preference of bottom trawling gear*. *ICES Journal of Marine Science* **78**(1): 172-184.
31. Van der Reijden KJ, et al. (2018) *North Sea demersal fisheries prefer specific benthic habitats*. *PLoS One* **13**(12): e0208338.
32. Christianen M, et al. (2018) *Return of the native facilitated by the invasive? Population composition, substrate preferences and epibenthic species richness of a recently discovered shellfish reef with native European flat oysters (*Ostrea edulis*) in the North Sea*. *Marine Biology Research* **14**(6): 590-597.
33. Christianen M, et al. (2017) *Biodiversity and food web indicators of community recovery in intertidal shellfish reefs*. *Biological Conservation* **213**: 317-324.
34. Berghahn R, Waltemath M, & Rijnsdorp A (1992) *Mortality of fish from the by-catch of shrimp vessels in the North Sea*. *Journal of Applied Ichthyology* **8**(1-4): 293-306.
35. Daskalov GM (2002) *Overfishing drives a trophic cascade in the Black Sea*. *Marine Ecology Progress Series* **225**: 53-63.
36. Groenewold S & Fonds M (2000) *Effects on benthic scavengers of discards and damaged benthos produced by the beam-trawl fishery in the southern North Sea*. *ICES Journal of marine Science* **57**(5): 1395-1406.
37. Van de Wolfshaar KE, et al. (2020) *Food web feedbacks drive the response of benthic macrofauna to bottom trawling*. *Fish and Fisheries* **21**(5): 962-972.
38. Van Denderen PD, Rijnsdorp AD, & van Kooten T (2016) *Using marine reserves to manage impact of bottom trawl fisheries requires consideration of benthic food-web interactions*. *Ecological Applications* **26**(7): 2302-2310.
39. Coll M, et al. (2008) *Ecosystem overfishing in the ocean*. *PLoS one* **3**(12): e3881.
40. Callaway R, et al. (2007) *A century of North Sea epibenthos and trawling: comparison between 1902–1912, 1982–1985 and 2000*. *Marine ecology progress series* **346**: 27-43.
41. Duineveld GC, Bergman MJ, & Lavaleye MS (2007) *Effects of an area closed to fisheries on the composition of the benthic fauna in the southern North Sea*. *ICES Journal of Marine Science* **64**(5): 899-908.
42. Jones J (1992) *Environmental impact of trawling on the seabed: a review*. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* **26**(1): 59-67.
43. McConnaughey R, Mier K, & Dew C (2000) *An examination of chronic trawling effects on soft-bottom benthos of the eastern Bering Sea*. *ICES Journal of marine Science* **57**(5): 1377-1388.
44. Pauly D & Palomares M-L (2005) *Fishing down marine food web: it is far more pervasive than we thought*. *Bulletin of marine science* **76**(2): 197-212.
45. Pusceddu A, et al. (2014) *Chronic and intensive bottom trawling impairs deep-sea biodiversity and ecosystem functioning*. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **111**(24): 8861-8866.
46. Reise K (1982) *Long-term changes in the macrobenthic invertebrate fauna of the Wadden Sea: are polychaetes about to take over?* *Netherlands journal of sea research* **16**: 29-36.
47. Riesen W & Reise K (1982) *Macrobenthos of the subtidal Wadden Sea: revisited after 55 years*. *Helgoländer Meeresuntersuchungen* **35**(4): 409-423.
48. Robinson LA & Frid CL (2008) *Historical marine ecology: examining the role of fisheries in changes in North Sea benthos*. *AMBIO: A Journal of the Human Environment* **37**(5): 362-372.
49. Rumohr H & Kujawski T (2000) *The impact of trawl fishery on the epifauna of the southern North Sea*. *ICES Journal of Marine Science* **57**(5): 1389-1394.
50. Tillin H, et al. (2006) *Chronic bottom trawling alters the functional composition of benthic invertebrate communities on a sea-basin scale*. *Marine Ecology Progress Series* **318**: 31-45.
51. Wells RD, Cowan Jr JH, & Patterson III WF (2008) *Habitat use and the effect of shrimp trawling on fish and invertebrate communities over the northern Gulf of Mexico continental shelf*. *ICES Journal of Marine Science* **65**(9): 1610-1619.
52. Thrush SF & Dayton PK (2002) *Disturbance to marine benthic habitats by trawling and dredging: implications for marine biodiversity*. *Annual review of ecology and systematics*: 449-473.
53. Martín J, et al. (2014) *Commercial bottom trawling as a driver of sediment dynamics and deep seascape evolution in the Anthropocene*. *Anthropocene* **7**: 1-15.
54. Van Moorsel G, et al. (2020) *Ruimtelijke analyse en trends benthos Voordelta*.

55. Van Denderen PD, et al. (2015) *Similar effects of bottom trawling and natural disturbance on composition and function of benthic communities across habitats*. Marine Ecology Progress Series **541**: 31-43.
56. Van der Reijden KJ, et al. (2021) *Conservation implications of Sabellaria spinulosa reef patches in a dynamic sandy-bottom environment*. Frontiers in Marine Science **8**: 642659.
57. Kleinhans M, Passchier S, & Van Dijk T (2004) *The origin of megaripples, long wave ripples and Hummocky Cross-Stratification in the North Sea in mixed flows*, in *International Workshop*, S. Hulscher, T. Garlan, and D. Idier, Editors. University of Twente: University of Twente. p. 142-151.
58. Houziaux J, et al. (2008) *The Hinder Banks: yet an important area for the Belgian marine biodiversity? Belgian Science Policy D*.