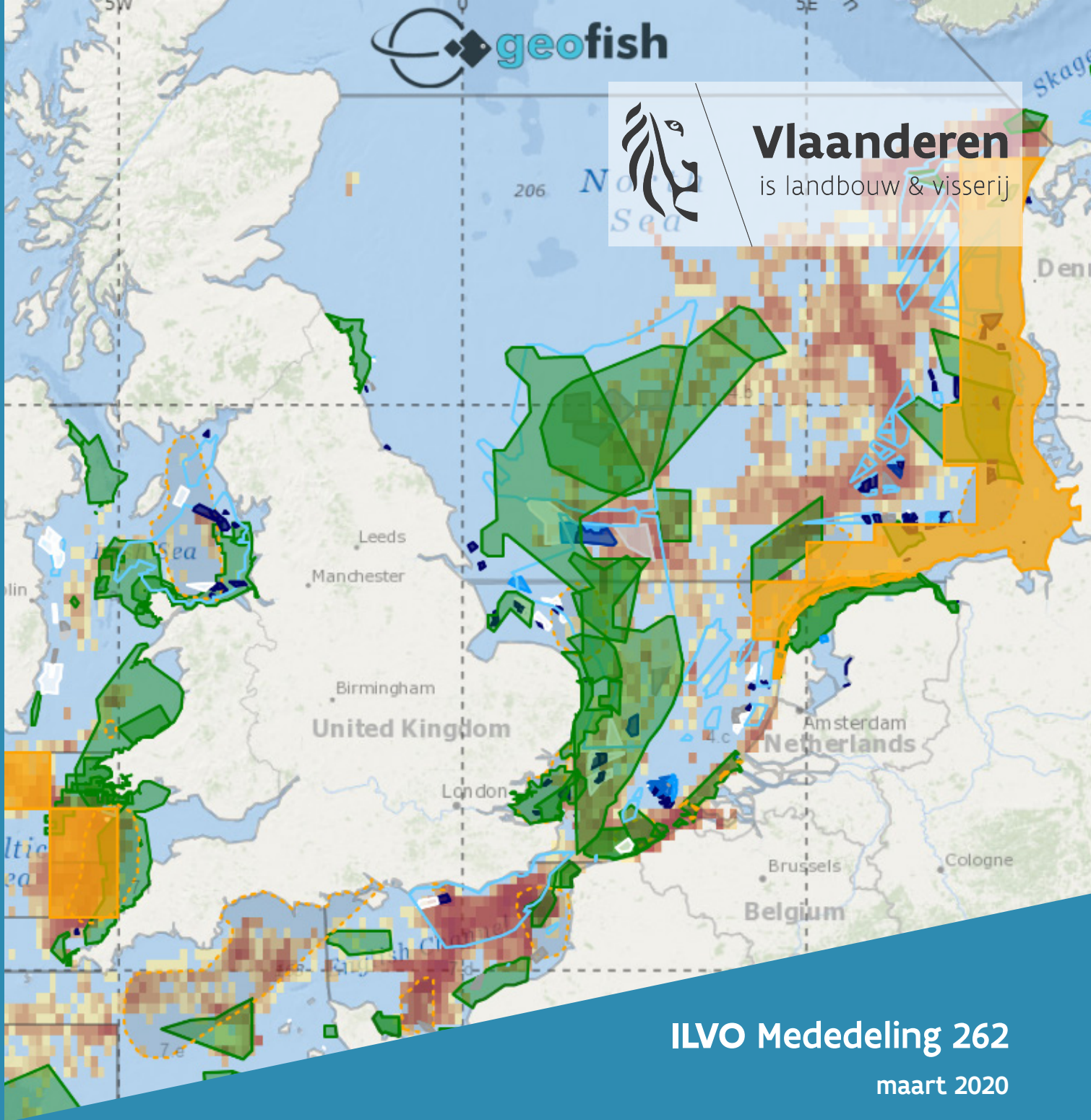




Vlaanderen
is landbouw & visserij



ILVO Mededeling 262

maart 2020

PAAIPLAATSEN VAN TONG (*Solea solea*) IN EN ROND DE BELGISCHE VISGRONDEN

OVERZICHT VAN DE KENNIS

ILVO

Instituut voor Landbouw-,
Visserij- en Voedingsonderzoek

www.ilvo.vlaanderen.be

Opdrachtgever

EFMZV



Europees Fonds voor
Maritieme Zaken en Visserij



Dit document is een onderdeel van het project Geovis (16/UP1/14/DIV) en werd gefinancierd door het Europees Fonds voor Maritieme zaken en Visserij (2014-2020).

Met speciale dank aan: Dr. F. Volckaert en dr. G. Lacroix voor het nakijken van de kaart "Paaigronden tong."

Paaiplaatsen van tong (*Solea solea*) in en rond de Belgische visgronden

Overzicht van de kennis

ILVO MEDEDELING 262

Maart 2020

ISSN 1784-3197

Wettelijk Depot: D/2020/10.970/262

Vermenigvuldiging of overname van gegevens is toegestaan mits duidelijke bronvermelding. Ellen Pecceu & Gert Van Hoey (2020). Paaiplaatsen van tong (*Solea solea*) in en rond de Belgische visgronden - Overzicht van de kennis. ILVO-mededeling 262

Auteurs

Ellen Pecceu

Gert Van Hoey

ILVO

Paaiplaatsen van tong (*Solea solea*) in en rond de Belgische visgronden – Overzicht van de kennis

Ellen Pecceu, Gert Van Hoey

Paaiplaatsen van tong (*Solea solea*) in en rond de Belgische visgronden – Overzicht van de kennis

Ellen Pecceu

Gert Van Hoey

Opdrachtgever: EFMZV

Maart 2020

Dit document is een onderdeel van het project Geovis en werd gefinancierd door het Europees Fonds voor Maritieme zaken en Visserij (2014-2020). Met dank aan Dr. F. Volckaert en dr. G. Lacroix voor het nakijken van de kaart “Paaigronden Tong.”

Inhoud

1	Inleiding	4
2	Algemene informatie.....	4
2.1	Algemeen voorkomen.....	5
2.2	De levenscyclus van de tong.....	6
3	De voortplanting.....	7
4	Verspreiding paaiplaatsen tong.....	9
5	Modellering.....	17
6	Potentiële bedreigingen.....	18
7	Data gaps.....	19
8	Huidige beschermingsmaatregelen paaigronden tong.....	20
9	Advies betreffende bescherming paaiplaatsen en/of kinderkamers tong.....	22
10	Referenties	23

1 Inleiding

Een grondige kennis van de locaties van paaigronden, kinderkamers en andere ecologisch belangrijke leefgebieden van mariene vissen is noodzakelijk om de menselijke activiteiten op zee beter te reguleren. In dit document werd informatie verzameld over de paaigronden van tong in de gebieden waar de Belgische visserijsector actief is. Tong is een heel belangrijke commerciële soort. Dit zowel op Europees vlak als specifiek voor België. Voor de hele vloot was 30% van de totale aanlandwaarde afkomstig van tong (\pm 28 miljoen €) in 2018 (STECF, 2018).

In 2015 werd een convenant voor duurzame visserij ondertekend. Het doel van dit convenant was het uitvoeren van het rapport “Vistraject”. Op de werkgroep visserij werd de doelstelling uit het Vistraject “Opstellen pilootproject bescherming paaiplaatsen tong” aan het ILVO toegewezen. Om deze doelstelling te beantwoorden werden 2 luiken voorzien: enerzijds een literatuur overzicht maken; anderzijds een bevraging van de sector naar de maatregelen die de sector zelf al nemen.

De reders werden per email/ of in een persoonlijk gesprek volgende vragen gesteld:

- Weet je waar de paaiplaatsen van tong zich bevinden?
- Doe jij bepaalde inspanningen om de paaigronden van tong te beschermen? Indien niet, waarom niet?
- Wat zou je vanuit de sector kunnen doen om deze gebieden beter te beschermen (specifiek tijdens het paaizeizoen)?

De respons hierop was heel laag. Sommigen gaven te kennen niet goed te weten waar de paaiplaatsen zich precies bevinden. Het Geovis-platform (www.geofish.be) visualiseert deze informatie en kan hier dus een antwoord op bieden.

2 Algemene informatie

De tong (*Solea solea*) (Figuur 1) is een grijsbruine platvissoort die tot 70 cm lang en meer dan 20 jaar oud kan worden. Meestal wordt een tong echter niet groter dan 30 tot 50 cm. Tongen komen voor op zand- en slibbodems waar ze zich kunnen ingraven en waar hun kleur maximale bescherming kan bieden. Ze kunnen voorkomen in zeer ondiep water maar net als bij schol (*Pleuronectes platessa*) komen de oudere volwassen individuen meestal op grotere dieptes voor. De volwassen tong is een demersale soort maar de eitjes en vroege juvenielen komen voor in de pelagische zone, dicht bij het wateroppervlak (ICES fishmap, 2005).

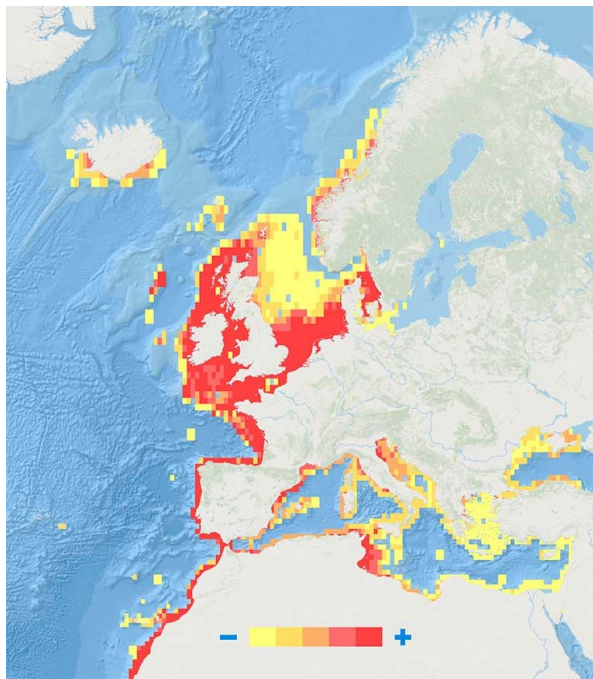


Figuur 1 Solea solea ©Hans Hillewaert

De volwassen dieren voeden zich met kreeftachtigen, kleine schelpdieren, borstelwormen, slangsterren en kleine vissen. Tongen jagen vooral 's nachts terwijl ze overdag stil in het zand ingegraven liggen. De pelagische larven voeden zich onder andere met juveniele copepoden.

2.1 Algemeen voorkomen

Tong komt voor van Zuid-Noorwegen, het Kattegat, de Noordzee en de Britse Eilanden langs alle West-Europese kusten tot de West-Afrikaanse kust (Senegal). Verder komt de soort ook voor in de Middellandse zee en het westelijkste deel van de Zwarte zee (soortenbanken.nl & ICES fishmap).



Figuur 2 Voorkomen van Solea solea <http://fishsizematters.eu/en/species/sole/>

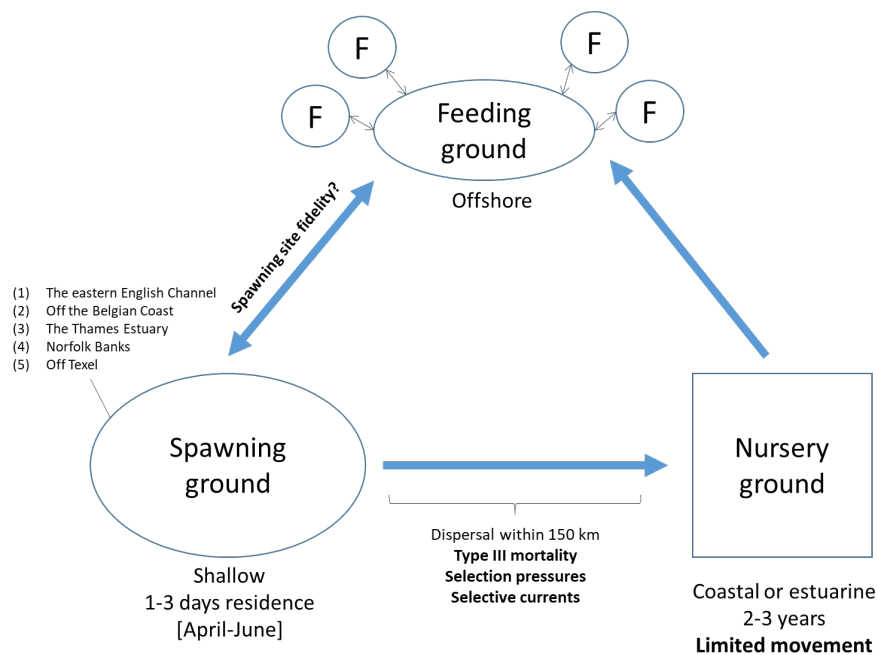
In de Noordzee komt tong vooral voor in de zuidelijke en oostelijke Noordzee, ten zuiden van de lijn van Flamborough (UK) tot Noord Jutland (Denemarken). In de herfst en zomer verdeelt deze lijn de Noordzee in

een koude noordelijke regio met bodemtemperaturen rond 7°C en een warme, zuidelijke regio met bodemtemperaturen rond 17°C.

Er zijn aanwijzingen dat volwassen tongen niet migreren over grote afstanden. Hierdoor is het vermengen van stocks/substocks eerder beperkt. Genetisch kunnen er voor de Noordoost Atlantische tong ook maar een paar populaties vastgesteld worden namelijk Kattegat/Skagerrak, de Noordzee, de golf van Biskaje en de Ierse/Keltische zee (Cuveliers et al, 2012).

2.2 De levenscyclus van de tong

Platvissen hebben typisch verschillende, ruimtelijk niet-overlappende habitats tijdens hun levenscyclus (Figuur 3): 1) paaiplaatsen, waar zowel paaierende volwassenen als eieren gedurende een korte periode verblijven, 2) kinderkamers, waar juveniele vissen ongeveer 2 tot 3 jaar verblijven en 3) voedingsgronden, waar volwassen individuen verblijven wanneer ze zich niet aan het voortplanten zijn (Gibson 2015). Elke levensfase heeft een habitat met specifieke karakteristieken nodig (Harden Jones, 1986 in Lacroix, 2013) en larven en vissen moeten daarom (actief) migreren van één gebied naar een ander.



Figuur 3 Levenscyclus van tong (Delerue-Ricard, S., 2019)

1. Paaiplaatsen bevinden zich meestal op minder dan 30 m diepte. Eitjes worden afgezet in de lente gedurende een periode van 3 tot 4 maanden bij temperaturen boven 10°C (Gibson et al., 2015). De piek van de paaiperiode is april-juni in de Noordzee (Rijnsdorp et al., 1992, Ellis et al., 2012). Niettegenstaande werd paai geregistreerd van begin februari tot eind juli als gevolg van jaarlijkse variabiliteit in zee oppervlakte temperaturen (SST) (Barbut et al., 2019). Het transport van tonglarven van de paaiplaatsen naar de kinderkamers is gedreven door hydrodynamische processen, maar het finale verspreidingspatroon en de overleving van de larven kan beïnvloed worden door zowel gedrag (actief zwemmen) als omgevingsfactoren (Lacroix et al., 2013). Na vier tot vijf weken pelagisch leven ondergaan de larven een metamorfose waarbij ze zich settelen in de kinderkamers en juveniele demersale vissen worden

(Fonds, 1979, Amara et al, 1998; ref in Wegner et al., 2003). Het gedrag van tonglarven werd experimenteel onderzocht in de Golf van Biskaje. De vroege stadia van tonglarven blijken verticale migraties in de waterkolom te vertonen, waarbij de range van deze verticale migraties toeneemt tot aan de metamorfose. Tijdens de metamorfose blijven de larven dicht tegen de bodem, ook al vertonen ze nog beperkte verticale migraties die samenhangen met de getijden of de dag/nacht cyclus (Koutsikopoulos et al., 1991, Amara et al., 1998, Amara et al., 2000; refs in Savina et al., 2010).

2. Kinderkamers bevinden zich in de ondiepe kustzone (zanderige/slibrijke gebieden) met verminderde saliniteit (meestal minder diep dan 10m in de Noordzee) (Amara et al., 2007). De verspreiding van de kinderkamers vormt een continue strook langs de Noordzee kustzone (Ellis et al, 2012 en Rijnsdorp et al, 1992). In het Bristolkanaal en de Golf van Biskaje komen juvenielen ook op grotere dieptes voor (Koutsikopoulos et al, 1995).
3. Voedingsgronden worden bezocht door sub-adulten om verder te groeien. Deze gebieden liggen meer offshore en bestaan uit fijn sediment waar de tongen zich gemakkelijk kunnen ingraven. Op gezette tijden gaan de volwassen dieren terug naar de paaigronden om zich voort te planten. Er zijn verschillende studies die aantonen dat volwassen tongen tot 100 km kunnen migreren (vooral in de Golf van Biskaje en de kustwateren rond de Britse eilanden) (Koutsikopoulos et al, 1995). Een Nederlandse studie heeft vastgesteld dat deze volwassen dieren naar het wateroppervlak zwemmen om daar gebruik te maken van de maximale stroomsnelheid (de Veen J.F., 1967).
Er zijn ook bewijzen (via tagging) dat tongen steeds naar dezelfde paaiplaatsen terug gaan al is het niet duidelijk of dit ook dezelfde gebieden zijn als waar ze zelf verwekt zijn (Hunter et al 2003).

3 De voortplanting

De paaitijd van tong loopt van maart tot juni al vinden we in de literatuur wel wat verschillen. Over het algemeen start de paaiperiode in zuidelijk gelegen gebieden een maand eerder (Figuur 4). In de Middellandse Zee start de paaiperiode bijvoorbeeld al in februari. In de Noordzee wordt de paaiperiode getriggerd door de zee oppervlakte temperaturen (Rijnsdorp et al., 1992, Koutsikopoulos et al, 1995 in Lacroix et al., 2013). In de Golf van Biskaje zien we dat het paaiseizoen relatief stabiel blijft ondanks verschillen in gemiddelde zee temperaturen. Mogelijk heeft dit te maken met het feit dat de omgevingscondities in de Golf van Biskaje in het centrum liggen van het voorkeursgebied van tong (Koutsikopoulos et al. 1995).

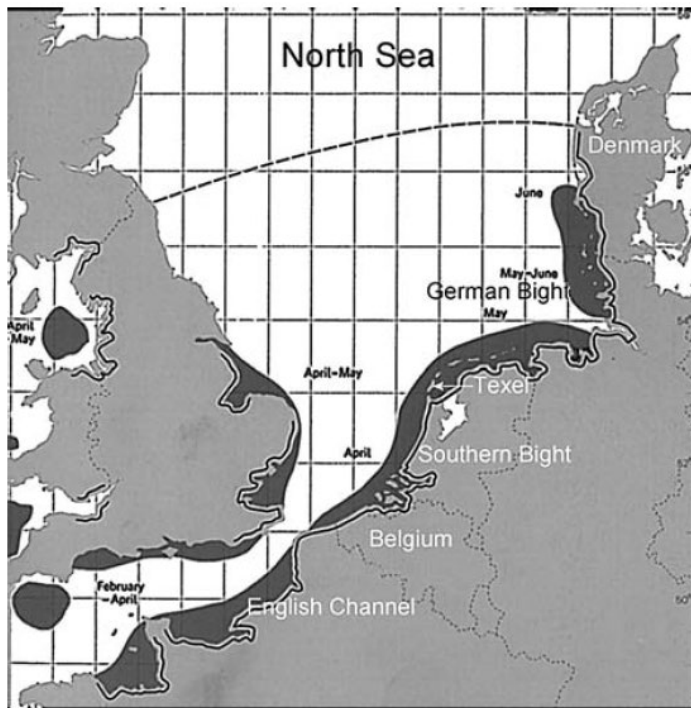


FIG. 2. – Spawning areas and times of sole in the North Sea (from MAFF 1981)

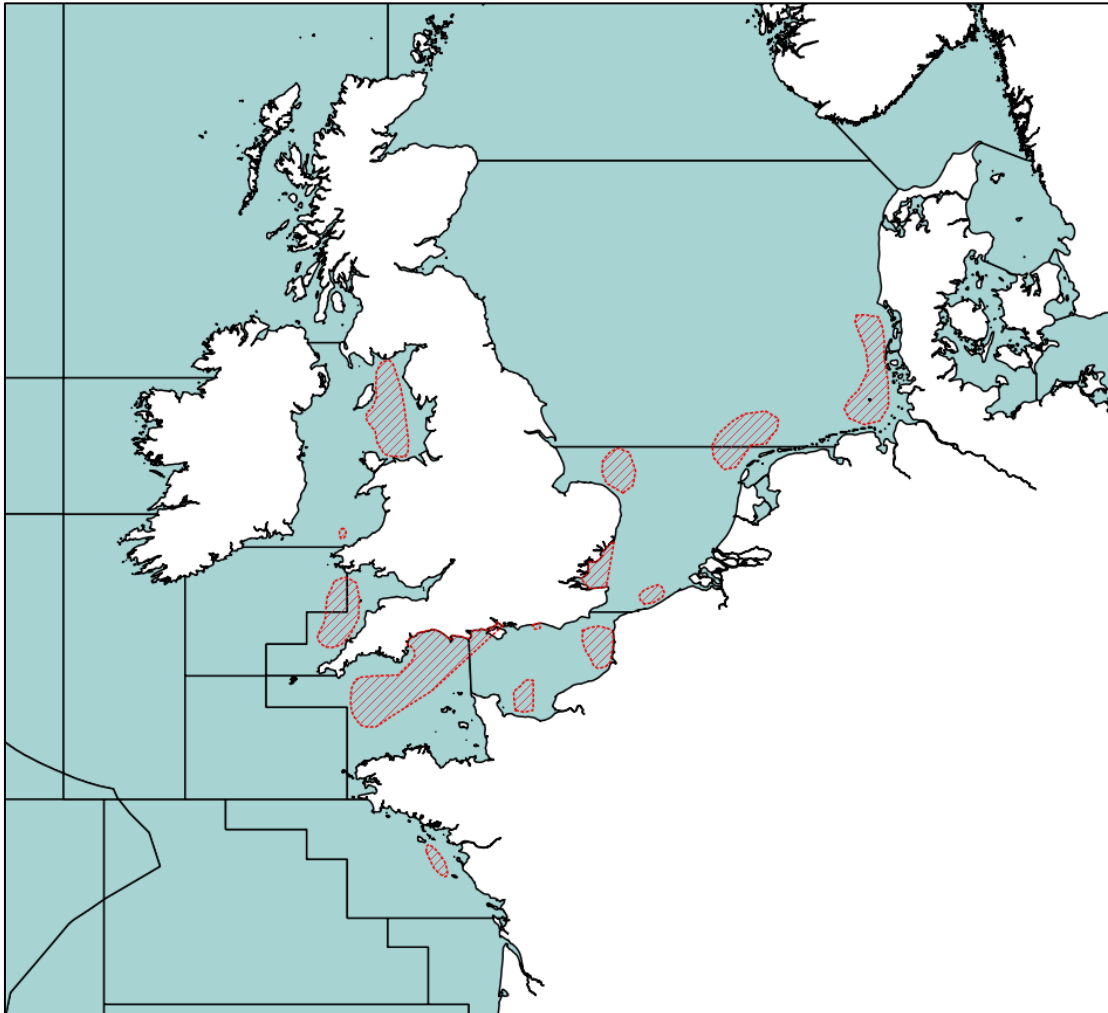
Figuur 4 Paaiplaatsen en paaiperiode van tong in de Noordzee (from MAFF 1981 in Wegner, 2003)

In de studie van Fincham uit 2013 kon men vaststellen dat de piek van de paaiperiode bij verschillende stocks (Ierse Zee, Zuidelijke Noordzee, oostelijk deel van Engels kanaal) opgeschoven is naar vroegere paai (ratio van 1,5 week/10jaar) en dat dit gelinkt is aan warmere zee temperaturen.

De paring vindt plaats op vaste paaiplaatsen, in relatief ondiep water, bij 6-12°C. Op de tocht naar de paaiplaatsen trekken de tongen vooral 's nachts en dan niet over de bodem, maar hoog in de waterkolom waarbij ze optimaal gebruik maken van de stroming. De 100.000 tot 150.000 eitjes per vrouwtje zweven na bevruchting 10-14 dagen vlak onder het wateroppervlak en worden door de stroming meegevoerd. Vervolgens verschijnen de larven. Die zijn nog geen 4 mm lang. Als ze bijna 1,5 cm zijn, zijn ze veranderd in kleine platvisjes en zoeken ze de bodem op. Deze larvale ontwikkeling is temperatuurafhankelijk (Fonds et al, 1979). Daarbij gaan ze ook naar de kust toe, tot zelfs in brak water. Ze worden geslachtsrijp bij een lengte van 25-30 cm (3 tot 4 jaar oud). Mannetjes kunnen 24 jaar oud worden, vrouwtjes 27 jaar (soortenbank.nl).

Tong toont een aanzienlijke variabiliteit in rekrutering (ICES, 2016), wat groter is in noordelijke regio's en gelinkt is aan wintertemperaturen (Rijnsdorp et al, 1992). Rekrutering is het aandeel individuen van een nieuwe generatie in een populatie. Gebrek aan voedsel, vooral in de kinderkamers bepaalt mee het draagvlak (Le pape & Bonhommeau, 2015). Rekrutering en larvale verspreidingsprocessen zijn echter alleen nog maar via modellering vastgesteld (Lacroix, 2013, Lacroix 2018). In deze modellen werden bijvoorbeeld de variabiliteit in predatie op de tonglarven en de beschikbaarheid van voedsel niet opgenomen, waardoor het een benadering blijft.

4 Verspreiding paaiplaatsen tong



Figuur 5 Overzicht van het centrum van de paaiplaatsen van tong op basis van de beschikbare literatuur. Dit zijn de regio's waar de grootste kans ligt dat er paaierende volwassenen, eitjes &/of stage 1 larven te vinden zijn. Opmerking: dit zijn géén exacte grenzen maar gebieden waar de hoogste concentraties & larven zijn aangetroffen.

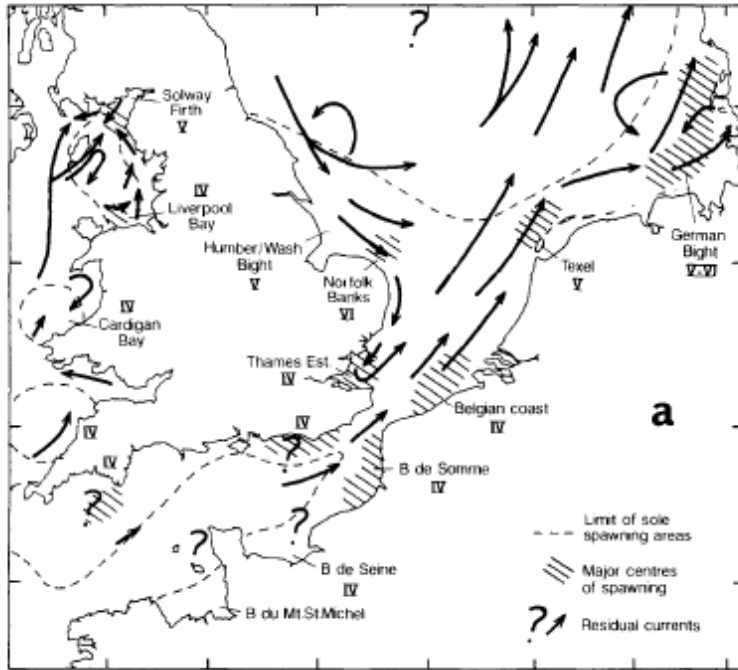
Hieronder worden deze paaiplaatsen van tong (Figuur 5) besproken per regio (Noordzee, Ierse zee, Engels Kanaal, Keltische zee en de Golf van Biskaje).

Noordzee

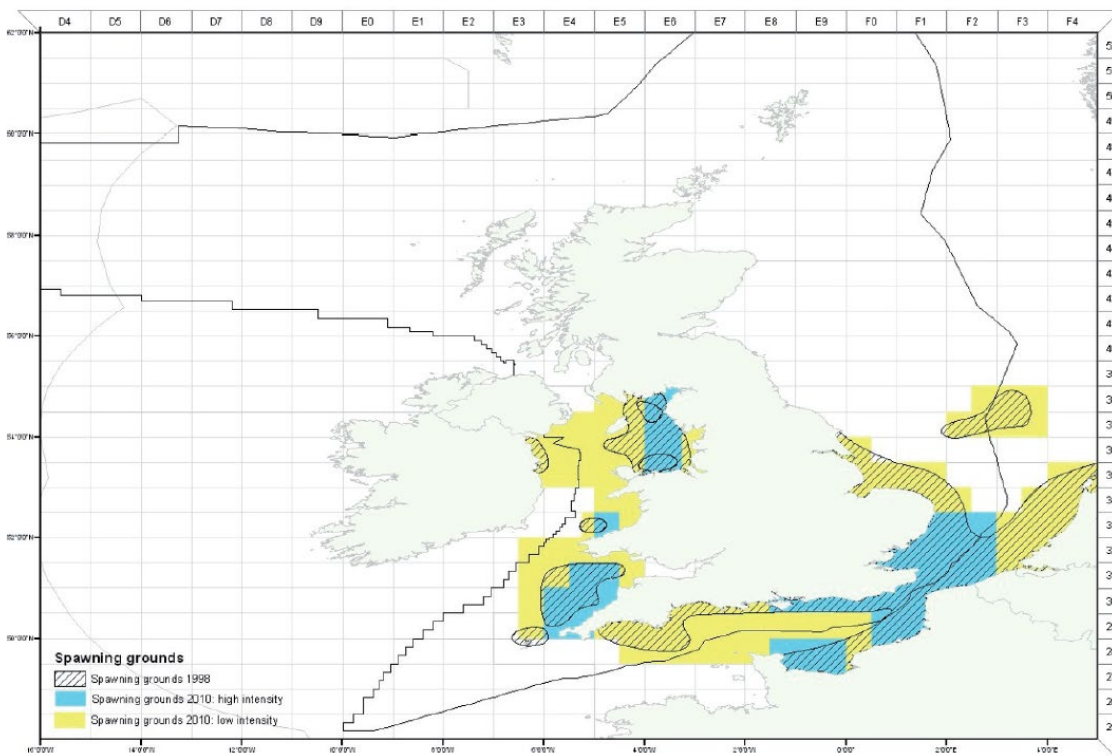
Tong heeft een duidelijke voorkeur voor ondiepe, zanderige en zand/slibrijke habitats. Hoewel deze habitats abundant aanwezig zijn en paaien overall voorkomt in de zuidelijke kustgebieden van de Noordzee kunnen er toch 5 belangrijke paaiplaatsen (Figuur 6, Figuur 7) onderscheiden worden (Rijnsdorp et al., 1992, Ellis et al., 2012):

- Duitse Bocht
- Offshore ter hoogte van Texel
- Belgische kustwateren
- de monding van de Thames

- de Norfolk zandbanken



Figuur 6 Paaiplaatsen van tong in de zuidelijke Noordzee en plaatselijke stroming (Rijnsdorp et al. 1992).



Figuur 7 Paaiplaatsen van tong. Datalagen tonen gearceerd de paaiplaatsen zoals beschreven in 1998 Vervolgens ook de paaiplaatsen obv data uit 2010 (blauw= hoge intensiteit, geel = lage intensiteit) (Ellis et al., 2012).

Dit komt ook overeen met ICES Fishmap (uit 2005) (Figure 8) al wordt het gebied ter hoogte van Texel daar niet specifiek vermeld.

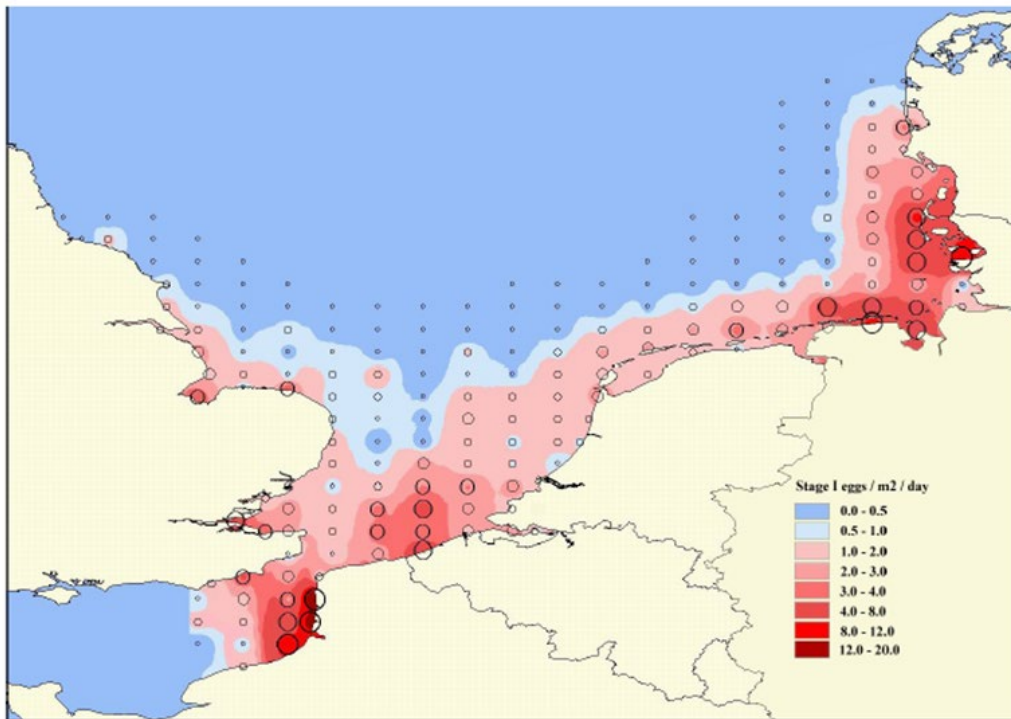


Figure 8 Paaigebieden van *Solea solea* in de Zuidelijke Noordzee gebaseerd op de aanwezigheid van eieren die net afgezet zijn (stage 1) (ICES FishMap, 2005)

Eén van de belangrijkste voorwaarden voor een succesvolle paaiplaats is de aanwezigheid van geschikte hydrodynamische condities om de larven en de eitjes te transporteren naar de kinderkamers. In de Noordzee zijn de getijden sterk en is de afstand tussen paaigebieden en kinderkamers groter dan bijvoorbeeld in de Ierse zee waar de getijden zwakker zijn en de juveniele tong dus een kleinere afstand kan afleggen naar de kinderkamers (Rijnsdorp et al., 1992). In de noordoostelijke Ierse Zee bevinden de paaigebieden zich over het algemeen minder dieper dan 40 m en in een uitgestrekt gebied van relatief ondiepe en zacht oplopende sedimenten dicht bij de kinderkamers. De bodemtopografie van het Bristol Kanaal is steiler en de paaiplaatsen liggen op een diepte van 40-75 m zo'n 100 km van de belangrijkste kinderkamers (Symonds & Rogers, 1995).

Engels kanaal

In het Oostelijk deel van het Engels kanaal kunnen 3 subgebieden worden onderscheiden: Engelse kust, oostelijk Franse kust en westelijk Franse kust (Rochette et al, 2010). Dit werd ook in recentere studies bevestigd (Randon et al, 2018).

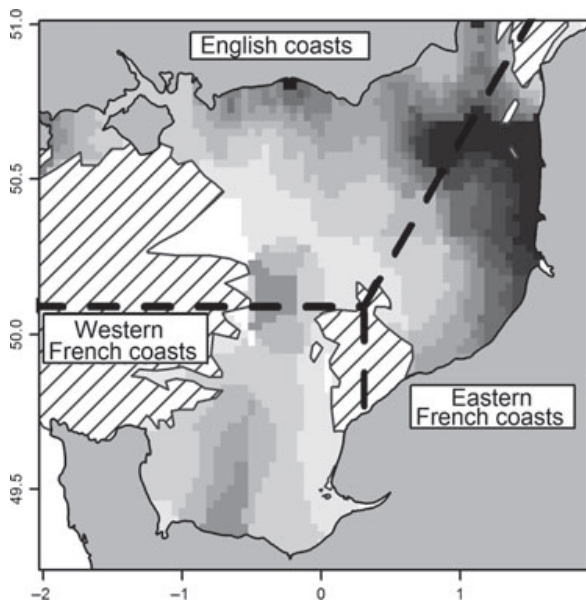


Figure 9 Overzicht van de 3 subpaaiplaatsen. (uit Rochette et al., 2010). Verspreiding van eieren en larven en tong obv ichtyoplankton survey van 1991. Hoe donkerder, hoe denser. Gearceerd gebied: gravel, geen paaigebied.

In het westelijk deel van het Engels kanaal wordt een paaigebied onderscheiden van het westen van het “Isle of Wight” en in de buurt van “Hurd Deep”. De paaiperiode valt in april en mei. Plankton surveys uit 1991 toonden aan dat tongeitjes over het algemeen meer abundant voorkomen in het oostelijk deel van het Engels kanaal dan in het westelijk deel. De tong kinderkamers liggen in de estuaria, ondiepe baaien langs de Engelse en Franse kusten van het kanaal (Samfish, 2000).

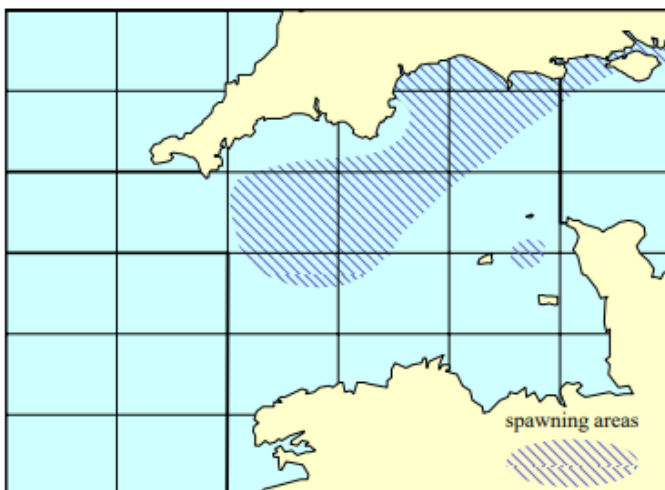


Figure 10 Paaigebied in het westelijk deel van het Engels kanaal (Samfish, 2000)

Ierse zee

In de Ierse zee liggen de belangrijkste paaiplaatsen ten oosten van longitude 04°30'W, tussen Solway Firth en de kust van Noord Wales. Daarnaast werden ook concentraties tongeieren gevonden langs de Ierse kust en in de Cardigan Bay. Pieken aan de kust van Noord Wales komen ongeveer 2 weken voor de piek aan

Solway Firth. Beperkte paai werd geobserveerd ten noordwesten van de Calf of Man. (Fox et al, 1995) (Figuur 11)

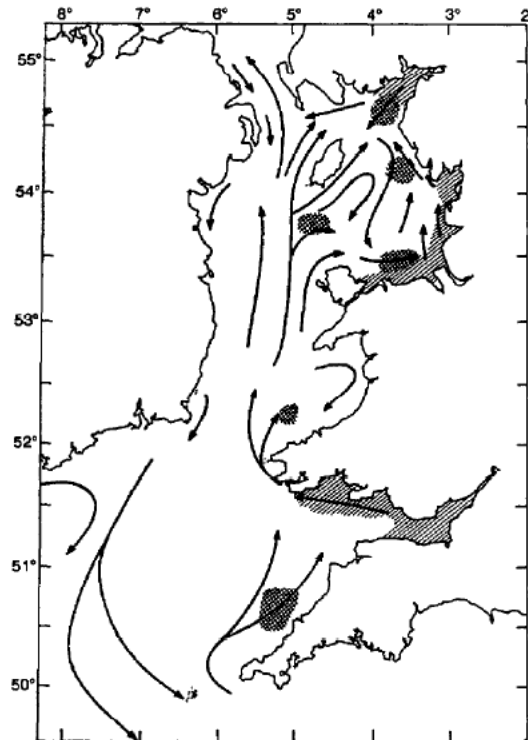
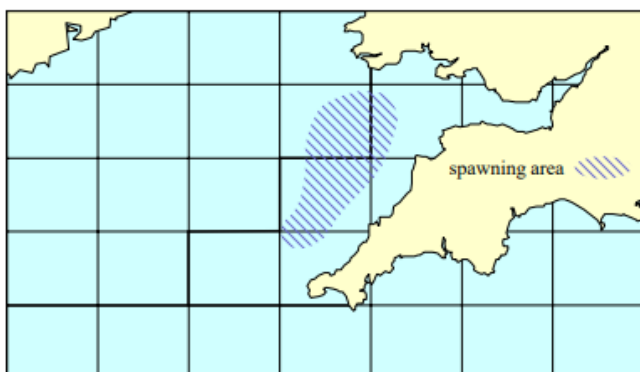


Fig. 5. The direction of the near-surface residual currents in the Irish Sea, Celtic Sea and Bristol Channel (redrawn from Lee and Ramster, 1981) with inshore nursery grounds, and the main spawning grounds of sole shown as cross hatching (redrawn from Riley et al., 1986 and Nichols et al., 1993).

Figuur 11 Overzicht van de paaiplaatsen (zwart) en kinderkamers (grijs) in de Ierse zee alsook de richting van de residuele stromingen. uit Fox et al, 1995

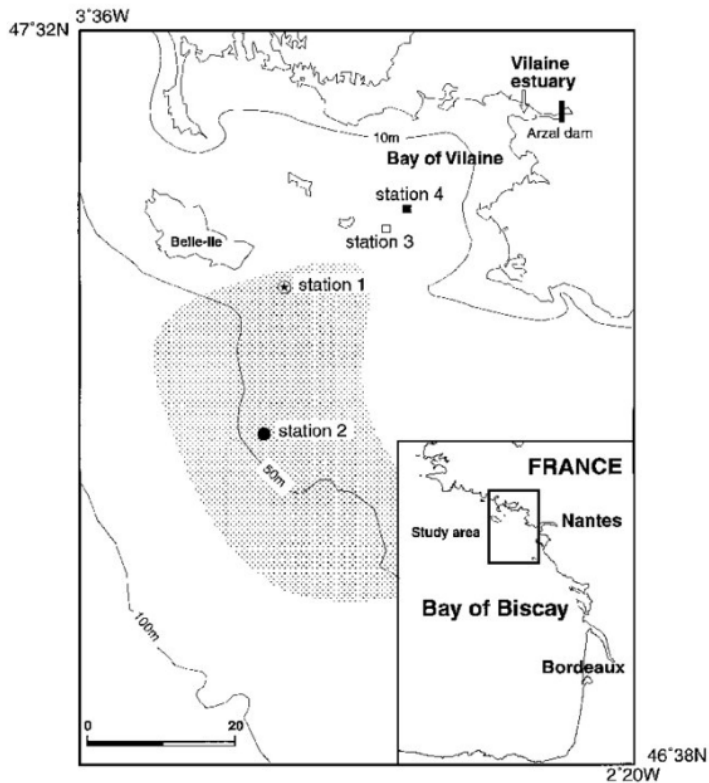
Keltische zee

De belangrijkste paaiplaatsen voor tong in de Keltische zee (Figuur 12) liggen in diepe wateren (40-75m) in de regio van Trevoise Head. Paaiperiode meestal tussen maart en mei (Samfish, 2000).



Figuur 12 Paaigrond in de Keltische Zee (Samfish, 2000)

Golf van Biskaje



Figuur 13 Figuur met paaigebied in de Golf van Biskaje (gearceerd gebied) (Lagardère et al., 1999)

Het belangrijkste paaigebied voor tong in de Golf van Biskaje is te vinden in het zanderig gebied tussen Belle-Île en Île d'Yeu (Figuur 13). Paai en vroege ontwikkeling vinden plaats in waterdieptes tussen 40 en 100m (zijnde 40 à 80km van de kust (Koutsikopoulos et al., 1992). De kinderkamers bevinden zich in de baai van Vilaine, Loire estuarium, baai van Bourgneuf, Pertuis Breton & Pertuis d'Antioche & het estuarium van de Gironde.

Tabel 1 Overzicht van de kinderkamers en paaigronden in de verschillende regio's, voorkomen, grootte en de belangrijkste referenties.

	Voorkomen kinderkamers	Grootte van potentiële gebieden voor kinderkamers tong (Rijnsdorp, 1992)	Voorkomen paaiplaatsen	Afstand paaiplaatsen-kinderkamers	Voorkomen adulten	Paaiperiode	Belangrijkste bronnen
Algemeen	Ondiepe kustzone (zanderige/slibrijke gebieden) met verminderde saliniteit (vaak diepte <10m). Ze hebben ook een bepaalde korrelgrootte tussen 4 & 500 um.		Relatief ondiep water, zanderige-slibrijke bodems.	Afhankelijk van hydrografische condities. Gemiddeld 150km.	Zanderige, slibrijke bodems (fijn sediment).	Gemiddeld maart tot juni. Vroeger (feb) en later (juli) ook al waargenomen.	ICES, J. Fincham, UK waters: J.R. Ellis
Noordzee	Langs de volledige zuidelijke kustzone	Noordzee: 12800 km ² . In volgorde van belang: Duitse Bocht, oostkust UK, Zuidelijke bocht, Belgische kust+Schelde.	Zuidelijke Noordzee met een aantal hotspots: Greater Thames Estuary, Belgische kust, Norfolk Banken, Waddenzee (Texel) & Duitse Bocht	Afstand groter dan bvb in de Ierse zee omdat de stromingen sterker zijn.		Belgische kust: april, Nederlandse kust & UK: april-mei, Waddenzee & German Bight: mei	G. Engelhard G. Wegner, A. Rijnsdorp, Mollet modellering: G. Lacroix, M. Savina, S. Delerue-Ricard, L. Barbut, F. Volckaert

Engels Kanaal	Langs de volledige zuidelijke kustzone.	Oostelijk deel van het Engels kanaal: 2900 km ² ; Westelijk deel van het Engels kanaal (niet gekend)	Oostelijk deel van het Engels Kanaal: 3 subzones (Engelse kustwateren & 2 zones langs de Franse kust & gebieden in het westelijk deel van het Engels kanaal. Ten westen van het 'Isle of Wight' en in de buurt van Hurd Deep)			februari-mrt/april	S. Rochette, O. Le Pape, M. Randon
Keltische Zee	Carmarthen Bay, Swansea Bay, Severn estuary maar ook in diepere delen van het Bristol kanaal (tot 40m)	Bristol kanaal: 650 km ²	Trevose Head (40-75m)	100km		maart-mei	Symonds & Rogers, C. Fox
Ierse Zee	Noord-Oost Ierse zee (<20m)	1380 km ²	Oostelijk deel van de Ierse zee, < 40m (vooral tussen Solway Firth & Noord Wales, ook langs Ierse kust & Cardigan Bay)	Afstand kleiner dan in de Noordzee doordat de stromingen hier minder sterk zijn		april-mei/juni	Symonds & Rogers, C. Fox
Golf van Biskaje	Baaien en estuaria (baai van Vilaine, Loire estuarium, Baai van Bourgneuf, Pertuis Breton & Pertuis d'Antioche, Gironde estuarium), soms meer offshore		Paaien komt voor in waterdieptes tussen 40 & 100m ongeveer 40 tot 80km van de kust.(meer offshore dan in de NZ)		Komen voor op het continentaal plat tot 150m diepte.	eind februari-eind maart	C. Koutsikopoulos, R. Amara, C. Vinagre

5 Modelling

De migratie tussen de paaigebieden en de kinderkamers (= larvale connectiviteit) gebeurt vooral onder invloed van hydrodynamische processen. Deze larvale connectiviteit is een cruciale factor voor een succesvolle rekrutering. Een belangrijke vraag hierbij is “Wat zijn de eigenschappen van de overlevers”? (Crowder et al, 1992 in Miller, 2007). Onderzoeken wezen uit dat overleving niet het gevolg is van een willekeurig proces. De overleving is bepaald door ouderlijke invloeden, paaidatum, grootte, groei en locatie. Het is moeilijk om empirisch bewijs te vinden van larvale connectiviteit. De oorzaken hiervan zijn onder meer uitdagingen bij bemonstering.

Vandaar dat er in veel onderzoeken gebruik gemaakt wordt van modellen om de werkelijkheid te simuleren. In geval van larvale connectiviteit wordt vaak gebruik gemaakt van een hydrodynamisch model (zoals bijvoorbeeld COHERENS, MARS,...). Deze modellen kunnen heel complex zijn en laten ons toe om verschillende oceanografische factoren zoals wind, stroming en getijden mee te nemen. Daarnaast kan ook rekening gehouden worden met saliniteit, temperatuur, rivier instroom, enzovoort.

Dit wordt dan online gecombineerd met modellen die larvale bewegingen simuleren. Vaak wordt gebruik gemaakt van “particle tracking models” Deze gebruiken voorspellingen van stroomsnelheden van het hydrodynamisch model om de beweging van individuele partikels in ruimte en tijd te berekenen (Savina, 2010, Lacroix et al., 2013). De modellen laten toe om elke vrijgelaten partikel te transporteren via stromingen, te laten groeien afhankelijk van de temperatuur, verticaal te laten migreren afhankelijk van de ontwikkelingsstage, te sterven gedurende de pelagische fase of succesvol te laten settelen in een kinderkamer (Lacroix 2012). Op deze manier kan inzicht verkregen worden in het transport van de paaigronden naar de kinderkamers. *Larvae & co*, is een voorbeeld van een ‘particle tracking model’ van tonglarven op Noordzee schaal (Lacroix et al., 2013, Lacroix et al., 2018).

Larval drift individual based models (IBM) (zoals bijvoorbeeld *Larvae & co*) werd succesvol toegepast om de invloed van hydrodynamica te onderzoeken op de ecologie van platvislarven. Deze modellen werden bijvoorbeeld al gebruikt om de effecten van paaidynamieken te onderzoeken (Fox et al, 2006, Bolle et al, 2009) en om de connectiviteit tussen populaties (Rochette et al, 2012) of metapopulaties (Savina et al., 2010) te onderzoeken.

De meeste studies werden echter uitgevoerd over een relatief korte periode of beperkte ruimtelijke oppervlakte. In de studie van Savina-Rolland werd gekeken naar tonglarven van de Golf van Biskaje tot de Zuidelijke Noordzee over een lange periode (1982-2007) (Savina-Rolland, 2016). Uit dit onderzoek bleek dat de larvale overleving heel laag is en dat dit komt door een hoge larvale mortaliteit en/of omdat ze zich buiten de kinderkamers bevonden op het moment van de metamorfose. De overlevingsratio is heel laag in alle regio's maar in het bijzonder in de Golf van Biskaje. Verder is er een heel lage connectiviteit tussen de verschillende populaties. De Golf van Biskaje ontvangt geen enkele larve van buiten het gebied. Enkel tussen de zuidelijke Noordzee en het oostelijk deel van het Engels kanaal is er wat uitwisseling. Warme winters met vroeg paaïen zorgen ervoor dat er een langere pelagische periode is waardoor er meer tijd is om buiten de kinderkamers terecht te komen en er ook een hoge algemene mortaliteit is.

Deze modellen worden steeds verder verfijnd door ook rekening te houden met de biologische eigenschappen van de larven (Barbut et al., 2019). Zo is geweten dat het transport van tonglarven van de

paaiplaatsen naar de kinderkamers gedreven is door hydrodynamische processen maar dat het uiteindelijk verspreidingspatroon beïnvloed kan worden door gedrag en omgevingsfactoren. Zo kan een vislarve actief zwemmen in respons op omgevingsvariabelen en beschikbaarheid van prooien (Leis, 2007, Runge et al 2005 uit Lacroix et al., 2012).

De sterkte van modellen is ook dat er toekomstige scenario's kunnen worden getest, zoals bijvoorbeeld wat het gevolg van de klimaatsverandering (verandering wind en/of temperatuurstijging) zou zijn (Lacroix et al, 2018).

Al dan niet gecombineerd met modellen wordt ook verder ingezet op alternatieve manieren om data te verzamelen om de lokale connectiviteit verder in kaart te brengen. Zo werd in het doctoraat van Delerue-Ricard; onderdeel van het project FishConnect een intensief bemonsteringsprogramma opgesteld, maar werd ook ingezet op analyses van de otolietvorm en genetische analyses.

6 Potentiële bedreigingen

Commerciële stocks staan onder druk door zowel de visindustrie als de opwarming van de aarde (stijgende zeewatertemperaturen) (Rijnsdorp et al, 2009). Verschillende studies tonen ook aan dat vispopulaties heel uiteenlopend reageren op de klimaatverandering (migratie naar diepere wateren, stijgende of net een dalende productiviteit, verschuivingen in verspreiding, ...). Daarnaast heeft temperatuurverandering ook een invloed op de paaiperiode (Fincham et al, 2013). Specifiek voor tong werd al vastgesteld dat deze soort net als haring een vroegere maturiteit kent als gevolg van visserijdruk en klimaatopwarming (Mollet et al 2007 in Fincham et al., 2013). Het risico bestaat dat niet alle ecologische componenten op dezelfde manier reageren op dergelijke veranderingen. Zo is er de mogelijkheid dat er een mismatch ontstaat tussen ontwikkeling van vislarven en de aanwezige hoeveelheid prooien. Het is belangrijk om hier verder onderzoek over te doen, in het bijzonder in het kader van beheersmaatregelen zoals het sluiten van bepaalde gebieden tijdens de paaiperiode.

Als er gekeken wordt naar de verspreiding van tong in de Noordzee over de laatste decennia dan zien we algemeen een verplaatsing richting zuidwesten en naar ondieper water sinds de jaren '50. Dit in tegenstelling tot bijvoorbeeld schol die eerder een shift naar het noorden maakt. Zowel klimaat als visserijdruk spelen een rol in de verspreiding van tong. Daarnaast kunnen ook onder andere eutrofiering, beschikbaarheid van prooien en habitatverandering een invloed hebben (Engelhard, 2011).

Een Nederlandse studie uit 2018 uitgevoerd door IMARES (Brunel & Verkempynck, 2018) toont dat de kans om tong te vinden ten noorden van 56°N sterk gestegen is sinds 2010 (zelfs bijna verdubbeld). Deze trend is vooral zichtbaar bij tongen groter dan 24cm. Toch is het centrum van de populatie niet sterk verplaatst. Dit duidt er dus op dat de bovenste grens van de verspreiding van tong eerder noordwaarts verplaatst is. Over de laatste 90 jaar is het centrum wel wat heen en weer naar het noorden en dan weer naar het zuiden verschoven, maar er is geen éénduidige, lange termijn trend waar te nemen.

De verspreidingspatronen van paaigebieden naar kinderkamers en de larvale overleving worden gestuurd door hydrodynamische processen en mee bepaald door (a)biotische omgevingsfactoren. Daardoor is het heel belangrijk om te begrijpen wat de invloed is van temperatuurstijging en veranderingen in windsnelheid op de richting voor de larvale verspreiding en overleving (Lacroix et al, 2018). Om dit te begrijpen worden

verschillende modellen ontwikkeld om de verspreiding van tonglarven, hun rekrutering en de connectiviteitspatronen tussen paaigronden en kinderkamers te voorspellen, alsook de impact van klimaatsverandering op deze patronen (Erftemeijer et al, 2009, Savina et al, 2010, Lacroix et al, 2013).

Naast klimaatopwarming kunnen ook bepaalde menselijke activiteiten op zee een invloed hebben op de paaigronden en kinderkamers. Zo is er een Nederlandse studie (Post et al, 2017) waarbij de invloed van vooroeversuppletie wordt nagegaan op juveniele tong. Vooroeversuppleties zijn zandopspuitingen op waterdiepte van 5 tot 8m als kustbescherming. Vaak gebruiken ze voor deze opspuitingen grover zand dan wat normaal gezien aanwezig is in deze zone. Dit zand met grotere korrelgrootte bemoeilijkt het ingraven (Gibson & Robb, 2000) of kan een invloed hebben op de beschikbaarheid van voedsel (prooien) (Rogers, 1992). Juveniele tongen zullen hier dus meer energie moeten steken in het graven wat een invloed kan hebben op hun groei. Dit kan er dan weer voor zorgen dat ze gevoeliger zijn voor predatie (Gibson et al, 2002).

Ook andere menselijke veranderingen hebben een invloed. Zo heeft in het verleden het sluiten van de Zuiderzee en estuaria zoals de Maas, Schelde en Rijn een invloed gehad op de kinderkamers van juveniele platvis met verminderde rekrutering tot gevolg. Anderzijds was de groei en rekrutering van tong in de Golf van Biskaje positief beïnvloed door een betere rivier afvloeit van de Rhône en de Loire (Engelhard et al, 2011).

7 Data gaps

Paaigronden en de levenscyclus van tong worden over het algemeen het meest onderzocht in de Noordzee, maar ook over de Ierse zee en de Golf van Biskaje is er informatie voorhanden. Meer recente paai-informatie van het Bristolkanaal (niet meer bemonsterd sinds 1990) en het westelijk deel van het Engels kanaal zou nuttig zijn. Tong kan ook paaien in ondiep water zoals bijvoorbeeld Liverpool Bay en de Thames en ook deze gebieden zouden beter bemonsterd kunnen worden (Ellis et al, 2012).

Onderzoek naar de locaties van de paaiplaatsen is vooral gebeurd in de jaren '90 (Rijnsdorp et al, 1991 & 1992, Koutsikopoulos et al., 1991 & 1995). In de ichthyoplankton survey van 2004 (Tylor et al, 2007) werden ook tonglarven bemonsterd en de locaties kwamen overeen met eerder onderzoek. Er zijn geen nieuwe publicaties beschikbaar over jaarlijkse staalnames gericht op de larven en eitjes van tong.

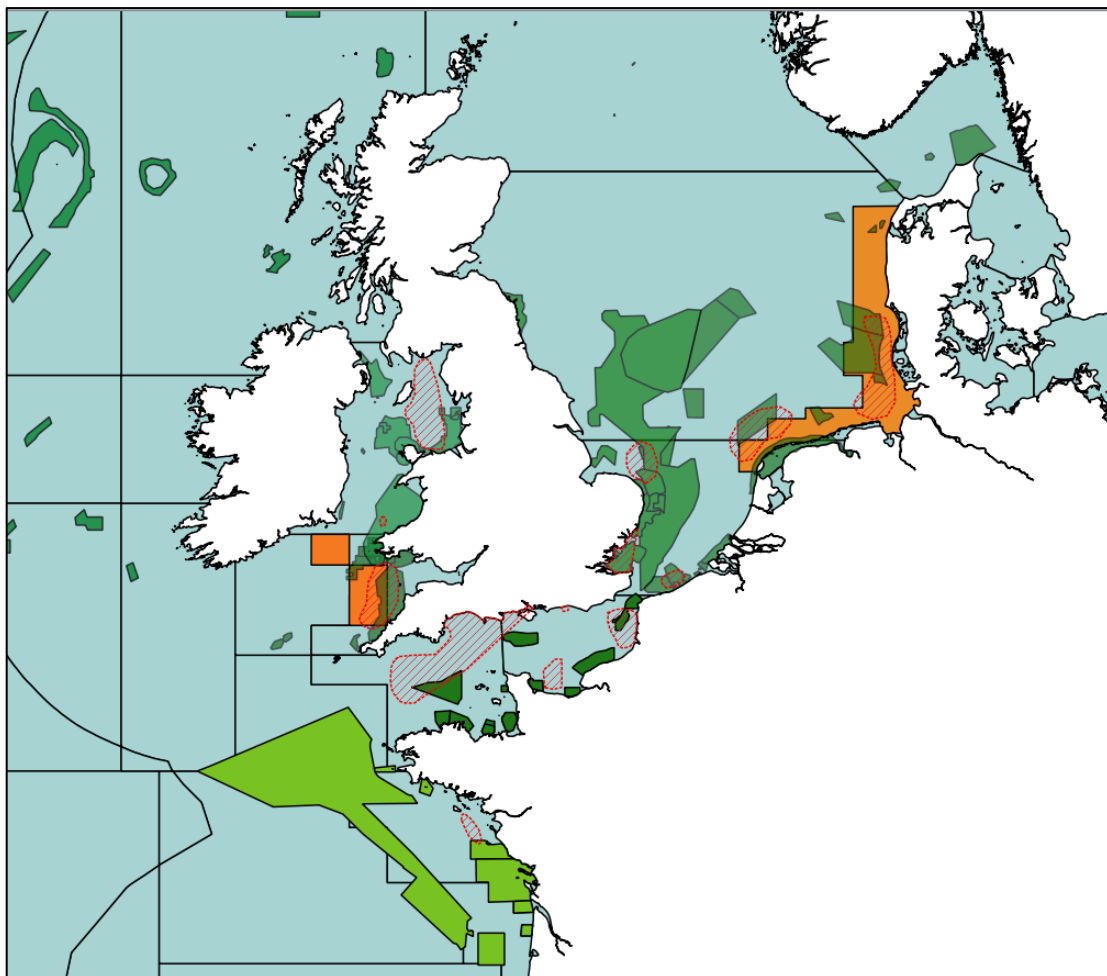
In recent onderzoek met betrekking tot de vroege levensstadia van tong wordt er vooral aandacht besteed aan de connectiviteit tussen de verschillende habitats (paaiplaatsen, kinderkamers,...). Connectiviteit van de eerste levensfasen van mariene organismen is moeilijk te onderzoeken vanwege de gebrekkige kennis van larvale bronnen en de uitdagingen bij bemonstering. In het proefschrift van Delerue-Ricard werd de lokale connectiviteit van tong in de Noordzee onderzocht aan de hand van otolieten, elementaire analyse en moleculaire merkers (Delerue-Ricard, 2019). Hieruit kwam naar voor dat de verspreiding vóór vestiging in de kinderkamers hoger is dan erna waarbij er slechts enkele juveniele migranten zijn tussen de kinderkamers. Daarnaast is er ook onderzoek dat de verspreidingspatronen van de larvale stadia aan de hand van modellen probeert te verklaren (zie hierboven onder modellering). Ook andere onderzoekers hebben via modellen deze verspreidingspatronen in kust en estuariene kinderkamers proberen te simuleren (Savina et al., 2016).

Over rekrutering en welke factoren een invloed hebben op de variabiliteit is nog steeds weinig informatie voorhanden. De rekrutering van juveniele tong verschilt heel sterk van jaar tot jaar en is alleen nog maar

via modellering in kaart gebracht (Lacroix et al., 2018). Ook de invloed van temperatuurverandering in dit proces is een belangrijke onderzoeksvraag. Het is bijvoorbeeld nog niet duidelijk of de belangrijkste klimaatgerelateerde veranderingen in distributiepatronen te wijten zijn aan processen die doorgaan tijdens de vroege levensstadia of eerder verklaard kunnen worden door temperatuurvoorkeuren tijdens de adulte fase (Engelhard et al 2009). Daarnaast zijn er weinig studies beschikbaar over de natuurlijke mortaliteitsratio van de stadia van tong.

8 Huidige beschermingsmaatregelen paaigronden tong

Om inzicht te krijgen in de huidige beschermingsmaatregelen van tong werd gekeken of de paaigronden overlappen met gebieden die momenteel al beschermd worden onder een bepaalde wetgeving (CFP of Natura2000). Op de kaart (Figuur 14) worden de paaiplaatsen weergegeven in combinatie met de mariene beschermde gebieden en de (tijdelijk) gesloten gebieden scholbox en trevosebox. Op het geovisportaal kan per beschermd gebied gezien worden of er bescherming is en zo ja welke visserijmaatregelen er van kracht zijn.



Figuur 14 Kaartje met de mariene beschermde gebieden (groen), de scholbox & de trevosebox (oranje) en de paaiplaatsen voor tong (rood gearceerd)

Zuidelijke Noordzee

- Duitse bocht: Deze paaiplaats overlapt met de scholbox en er zijn ook een aantal Natura2000 gebieden. Momenteel zijn in deze Natura2000 gebieden echter nog geen visserijbeperkingen van kracht. In de scholbox is bodemberoerende visserij door grote kotters (>300 pk) verboden sinds 1989. Dit om de kraamkamers van schol te beschermen. De scholbox is een gebied van 42.000 km² waarvan 24.000 km² binnen de 12-mijlszone ligt.
- Offshore gebied van Texel: Overlapt voor een stuk met de scholbox waar grote kotters niet toegelaten zijn.
- Belgische kustwateren: Het centrum van dit paaigebied zou tussen Duinkerke en Oostende liggen. Dit gebied overlapt ook met een aantal Natura2000 gebieden zoals onder andere de Vlaamse Banken. Momenteel zijn hier nog geen visserijmaatregelen voorgesteld.
- Norfolkbanken: het centrum van deze paaiplaats overlapt met het Natura2000 gebied North Norfolk Sandbanks and Saturn Reef. Het proces om visserijmaatregelen voor te stellen is momenteel aan de gang.
- Outer Thames estuary: het centrum van dit paaigebied overlapt met een aantal Natura2000 gebieden maar momenteel zijn nog geen visserijmaatregelen.

Engels kanaal (Oostelijk deel 3 sub paaiplaatsen & westelijk deel)

- Baai van de Somme: het centrum van dit paaigebied overlapt met een aantal Natura2000 gebieden, maar momenteel zijn nog geen maatregelen van kracht.
- Engelse kustwateren: geen overlap met Natura2000 of andere gebieden.
- Franse kust: het centrum van het paaigebied overlapt deels met het habitatrictlijn gebied "Baie de Seine Orientale". Momenteel zijn nog geen maatregelen in voege.
- Westelijk deel van het Engels kanaal: momenteel geen overlap met Natura2000 of andere gebieden.

Keltische zee

- Overlap met het Natura2000 gebied (Bristol Channel Approaches) en de trevosebox. In de trevosebox geldt dat het elk jaar van 1 februari tot en met 31 maart verboden is om enige visserijactiviteit uit te voeren (geldig vanaf 6NM). Dit in het kader van het kabeljauwherstelplan. Dit overlapt gedeeltelijk in ruimte en in tijd (paaiperiode van tong vermoedelijk van maart tot mei) met het paaigebied in deze regio.

Ierse zee

- Cardigan Bay: in de regio van dit paaigebied zijn ook een aantal Natura2000 gebieden afgebakend. Momenteel zijn er echter nog geen visserijmaatregelen van kracht. Belgische vissers vissen in deze regio vooral op rog (vangsten van tong zijn laag) (WKIrish, 2015)
- Noordoostelijk deel van de Ierse zee: Natura2000 gebieden in deze regio. Momenteel worden de visserijactiviteiten in kaart gebracht.

Golf van Biskaje: dit paaigebied ligt boven de regio waar de Belgische vissers actief zijn. Bovendien valt het paaiseizoen in deze regio (eind februari tot eind maart) vóór de periode dat de vissers actief zijn (=zomervisserij).

9 Advies betreffende bescherming paaiplaatsen en/of kinderkamers tong

In een adviesdocument van Bell & Ellis (2017) wordt specifiek advies gegeven over het al dan niet sluiten van paaiplaatsen en/of kinderkamers voor tong in de 7d (het oostelijk deel van het Engels kanaal). Hierbij wordt opgemerkt dat het sluiten van paaiplaatsen niet altijd aan te raden is en dat dit best casus per casus bekeken wordt.

Meer volwassen dieren die paaien zouden voor een hogere eiproductie kunnen zorgen met een betere rekrutering en een succesvolle stock tot gevolg. Uit ICES assessment is echter gebleken dat er bij een relatief constante paai biomassa er toch grote verschillen zijn in rekrutering. De factoren die de rekrutering beïnvloeden zijn nog niet echt gekend en noodzakelijk verder te onderzoeken. Alleszins, is de sterfte bij eieren in het marien milieu één van de grootste onzekerheden in de levenscyclus van vissen. Het is aan te bevelen om een ecosysteembenadering toe te passen en zo de cyclus van tong te plaatsen in een groter geheel.

Verder strekken de paaiplaatsen zich uit over een vrij groot gebied (Figuur 5) waardoor een effectieve sluiting niet eenvoudig is. Verder werd in het verleden bij sluitingen ook al gezien dat dit geen invloed heeft op de visserijdruk maar dat deze druk zich eerder verplaatst (bvb naar de randen zoals bij de trevosebox).

Tot slot moet er ook rekening gehouden worden met het feit dat de paaiplaatsen van tong zich voor een groot stuk binnen de 12NM bevinden. Sluiting van deze gebieden zou dus een grotere impact hebben op het klein vlootsegment.

Het sluiten van kinderkamers zorgt ervoor dat de juvenielen meer tijd/kans hebben om op te groeien tot volwassenen. Ook hier kan de visserijdruk dan eerder verplaatsen naar andere gebieden en zorgen voor een verhoogde mortaliteit maar er zal toch een algemene stijging zijn van de stock. De kinderkamers van tong liggen echter heel kust gebonden, in baaien en estuariene gebieden waar er overwegend een lagere visserijactiviteit is. Het is dus maar de vraag of het sluiten van de kinderkamers ter bescherming van tong een impact zou hebben op de algemene tongpopulatie. Ook hier is het aan te raden dat dit gebied per gebied grondig geëvalueerd wordt.

10 Referenties

- Barbut, L., Groot Grego, C., Delerue-Ricard, S., Vandamme, S., Volckaert, F.A.M., Lacroix, G. .2019 How larval traits of six flatfish species impact connectivity. Association for the Sciences of Limnology and Oceanography. doi: 10.1002/Ino.11104
- Bell & Ellis (2017) Identification of spawning/juvenile areas and management implications of closing such areas to fishing.
- Brunel T. & Verkempynck R., 2018 Variation in North Sea sole distribution with respect to the 56°N parallel perceived through scientific survey and commercial fisheries. Wageningen Marine Research report. Doi.org/10.18174/465031
- Cuveliers, E.L., Larmuseau, M.H.D., Hellemans, B., Verherstraeten, S.L.N.A., Volckaert, F.A.M., Maes, G.E., 2012. Multi-marker estimate of genetic connectivity of sole (*Solea solea*) in the North-East Atlantic Ocean. *Marine Biology* 159, &239-1253
- De Veen, J.F., 1967 On the phenomenon of Soles (*Solea solea* L.) swimming at the surface. *Ices Journal of Marine Science* 31 (2): 207-236)
- Delerue-Ricard., S., 2019, Connectivity of larval and juvenile common sole at a small and large spatial scale. Dissertation KU Leuven
- Ellis, J. R., S. P. Milligan, L. Readdy, N. Taylor, and M. J. Brown. 2012. Spawning and nursery grounds of selected fish species in UK waters. *Sci. Ser. Tech. Rep.* 147: 56.
- Engelhard, G.H., Pinnegar, J.K., Kell, L.T., Rijnsdorp, A.D., 2011. Nine decades of North Sea sole and plaice distribution. *ICES Journal of Marine Science* 68, 1090–1104.
- Erfteemeijer, P. L. A., J. K. L. Van Beek, L. J. Bolle, M. Dickey-Collas, and H. F. J. Los. 2009. Variability in transport of fish eggs and larvae. I. Modelling the effects of coastal reclamation. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 390: 167–181. doi:10.3354/meps08173
- Fincham, J.I., Rijnsdorp, A.D., Engelhard, G.H., this issue. Shifts in the timing of spawning in sole linked to warming sea temperatures. *Journal of Sea Research*.
- Fonds, M., 1979. Laboratory observations on the influence of temperature and salinity on development of the eggs and growth of the larvae of *Solea solea* (Pisces). *Marine Ecological Progress Series* 1, 91–99
- Fox, C.J., Dickey-Collas, M., Winpenny, A.J. 1995, Spring plankton surveys of the Irish Sea in 1995: the distribution of fish eggs and larvae. Technical report Cefas No. 104
- Gibson, R.N., Robb, L., 2000. Sediment selection in juvenile plaice and its behavioural basis. *J. Fish Biol.* 56, 1258–1275.
- Gibson, R.N., Robb, L., Wennhage, H., Burrows, M.T., 2002. Ontogenetic changes in depth distribution of juvenile flatfishes in relation to predation risk and temperature on a shallow-water nursery ground. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 229, 233–244.
- Gibson, R.N., 2015. Behaviour and the distribution of flatfishes. *Journal of Sea Research, Proceedings of the Third International Symposium on Flatfish Ecology, Part I*, 37, 241-256.
- Harden-Jones, F.R., 1968. *Fish migration*. New York: St. Martin's Press. 325pp.
- Hunter, E., J. D. Metcalfe, and J. D. Reynolds. 2003. Migration route and spawning area fidelity by North Sea plaice. *Proc. Biol. Sci.* 270: 2097–2103. doi:10.1098/rspb.2003.2473
- <http://fishsizematters.eu/en/species/sole/>
- <http://www.soortenbank.nl/soorten.php?soortengroep=duikgids&id=324&menuentry=soorten>
- ICES-FishMap, 2005. *Solea solea*. <http://www.ices.dk/marineworld/fishmap/ices/pdf/sole.pdf>
- ICES (2016) ICES advise 14 <http://www.ices.dk/sites/pub/Publication%20Reports/Advice/2016/2016/sol-nsea.pdf>
- Koutsikopoulos, C., Fortier, L., Gagne, J.A., 1991. Cross-shelf dispersion of Dover sole (*Solea solea* (L.)) eggs and larvae in Biscay Bay and recruitment to inshore nurseries. *Journal of Plankton Research* 13, 923–945.
- Koutsikopoulos, C., Lacroix, N., 1992. Distribution and abundance of sole (*Solea solea* (L.)) eggs and larvae in the Bay of Biscay between 1986 and 1989. *Netherlands Journal of Sea Research* 29, 81–91

- Koutsikopoulos, C., Dorel, D., and Desaunay, Y., 1995. Movement of sole (*Solea solea*) in the Bay of Biscay: Coastal environment and spawning migration. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 75, 109-126
- Lacroix, G., G. E. Maes, L. J. Bolle, and F. A. M. Volckaert. 2013. Modelling dispersal dynamics of the early life stages of a marine flatfish (*Solea solea* L.). *J Sea Res.* 84: 13–25. doi: 10.1016/j.seares.2012.07.010
- Lacroix, G., L. Barbut, and F. A. M. Volckaert. 2018. Complex effect of projected sea temperature and wind change on flatfish dispersal. *Glob. Chang. Biol.* 24: 85–100. doi: 10.1111/gcb.13915
- Le Pape, O., and S. Bonhommeau. 2015. The food limitation hypothesis for juvenile marine fish. *Fish Fish.* 16: 373–398. doi:10.1111/faf.12063
- Mollet, F.M., Kraak, S.B.M., Rijnsdorp, A.D., 2007. Fisheries-induced evolutionary changes in maturation reaction norms in North Sea sole *Solea solea*. *Marine Ecology Progress Series* 351, 189–199.
- Post, M.H.M., Blom, E., Chun, C., Bolle, L.J., Baptist, M.J., 2017. Habitat selection of juvenile sole (*Solea solea* L.): Consequences for shoreface nourishment. *Journal of Sea Research* 122, 19-22
- Randon, M, Réveillac, E, Rivot, E, Du Pontavice, H, Le Pape, O. 2018. Could we consider a single stock when spatial sub-units present lasting patterns in growth and asynchrony in cohort densities? A flatfish case study. *Journal of Sea Research* 142 (2018) 91-100
- Rijnsdorp, A.R., and Beek, F.A. van. 1991. Changes in growth of plaice *Pleuronectes platessa* L. and sole *Solea solea* (L.) in the North Sea. *Netherlands Journal of Sea Research* 27(3/4): 441-457.
- Rijnsdorp, A.D., Beek, F.A. van, Flatman, S., Millner, R.M., Riley, J.D., Giret, M., and De Clerck, R. 1992. Recruitment of sole stocks, *Solea solea* (L.), in the Northeast Atlantic. *Netherlands Journal of Sea Research* 29(1-3): 173-192.
- Rijnsdorp, A.D., Peck, M.A., Engelhard, G.H., Möllmann, C., Pinnegar, J.K., 2009. Resolving the effect of climate change on fish populations. *ICES Journal of Marine Science* 66, 1570–1583.
- Rochette, S., Rivot, E., Morin, J., Mackinson, S., Riou, P., Le Pape, O., 2010. Effect of nursery habitat degradation on flatfish population: Application to *Solea solea* in the Eastern Channel (Western Europe). *J. Sea Res.* 64, 34–44.
- SAMFISH, 2000. Fisheries information-Cod, Sole, Plaice and Whiting in the south west of the British Isles.
- Savina, M., Lacroix, G., Ruddick, K., 2010. Modelling the transport of common sole larvae in the southern North Sea: influence of hydrodynamics and larval vertical movements. *Journal of Marine Systems* 81, 86–98.
- Rogers, S.I., 1992. Environmental factors affecting the distribution of sole (*Solea solea* L) within a nursery area. *Neth. J. Sea Res.* 29 (1–3), 153–161.
- Savina, M., G. Lacroix, and K. Ruddick. 2010. Modelling the transport of common sole larvae in the southern North Sea: Modeling connectivity of larval flatfish: Influence of hydrodynamics and larval vertical movements. *J. Mar. Syst.* 81: 86–98. doi:10.1016/j.jmarsys.2009.12.008
- Symonds D.J., Rogers S.I., 1995 The influence of spawning and nursery grounds on the distribution of sole *Solea solea* (L.) in the Irish Sea, Bristol Channel and adjacent areas. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 190 (1995) 243-261
- Wegner, G., Damm, U., Purps, M., 2003. Physical influences on the stock dynamics of plaice and sole in the North Sea. *Scientia Marina* 67, 219–234.

Contact

Ellen Pecceu, Wetenschappelijk onderzoeker
Instituut voor Landbouw-, Visserij- en Voedingsonderzoek
Dier
Ankerstraat 1
8400 Oostende
T +32 59 56 98 47
ellen.pecceu@ilvo.vlaanderen.be

Gert Van Hoey, Wetenschappelijk onderzoeker
Instituut voor Landbouw-, Visserij- en Voedingsonderzoek
Dier
Ankerstraat 1
8400 Oostende
T +32 59 56 98 47
gert.vanhoey@ilvo.vlaanderen.be

Deze publicatie kan ook geraadpleegd worden op:
[www.ilvo.vlaanderen.be/pers en media/publicaties](http://www.ilvo.vlaanderen.be/pers%20en%20media/publicaties)

Vermenigvuldiging of overname van gegevens is toegestaan mits duidelijke bronvermelding.
Ellen Pecceu & Gert Van Hoey (2020). Paaiplaatsen van tong (*Solea solea*) in en rond de Belgische visgronden -
Overzicht van de kennis.
ILVO-mededeling 262

ILVO

Aansprakelijkheidsbeperking

Deze publicatie werd door ILVO met de meeste zorg en nauwkeurigheid opgesteld. Er wordt evenwel geen enkele garantie gegeven omtrent de juistheid of de volledigheid van de informatie in deze publicatie. De gebruiker van deze publicatie ziet af van elke klacht tegen ILVO of zijn ambtenaren, van welke aard ook, met betrekking tot het gebruik van de via deze publicatie beschikbaar gestelde informatie.

In geen geval zal ILVO of zijn ambtenaren aansprakelijk gesteld kunnen worden voor eventuele nadelige gevolgen die voortvloeien uit het gebruik van de via deze publicatie beschikbaar gestelde informatie.

The logo for ILVO, consisting of the letters 'ILVO' in a bold, green, sans-serif font.

Instituut voor Landbouw-, Visserij- en Voedingsonderzoek
Burg. Van Gansberghelaan 92
9820 Merelbeke - België

T +32 9 272 25 00
ilvo@ilvo.vlaanderen.be
www.ilvo.vlaanderen.be