

Where is my jelly?

Valérie Dulière, Francis Kerckhof & Geneviève Lacroix

Sometimes, we find jellyfish on the beach and wonder where they might come from. Or we see jellyfish at sea and wonder where they might end up. Do the jellyfish that end up on our beach always come from the same area? What about the cases when more than one species beach in the same place at the same time? Can they all originate from the same area or have they met somewhere before simultaneously hitting our coast?

To answer these questions, we need to understand what makes jellyfish drift. We need to pull out the environmental factors and/or processes which significantly affect the drift of jellies and apply them to case-by-case situations. In that sense, we have adapted the drift numerical model (OSERIT; Dulière et al. 2012) based on the Lagrangian particle (a particle is said to be Lagrangian when it moves as though it is an element of the fluid) approach to jellies. This model allows virtually releasing particles (or jellies) in the water and computing their drift as a function of selected processes and environmental conditions. In the first place, the drift of jellies was assumed to be mainly driven by the action of water current, tides and waves. The effect of wind is indirectly taken into account through its action on water current and waves. Note that for some species such as the one that features a small sail able to catch the wind (i.e. *Verella vellella*) the direct effect of the wind can also be included.

Jellies are known for ‘swimming’ although discussions remain on their swimming ability to travel significant distances. Do they swim to move from one place to another, to keep up with the currents, to follow/avoid the sunlight, or even to stay together as a group? Jellies can be found at different water depths and can undergo vertical migrations. Due to the lack of knowledge in the jelly swimming behavior and to the fact that the travelling distance due to swimming is probably less important than the travelling distance due to currents, tides and waves, we decide at this stage to neglect the swimming behavior in the model. We assume that jellies in their medusa phase passively drift along the water masses just below sea surface.

We applied the model to two different beaching episodes of jellies: the massive beaching of *Aurelia aurita* (up to ~ 18.000/km) that occurred all along the Belgian (Flemish) coast on May 25th 2013 and the massive beaching of *Chrysaora hysoscella* that occurred at several locations along the Belgian (Flemish) coast on August 1st 2013 (De Blauwe, 2013). During the second event, about 100 bathers have been stung! The polyp stage of *Aurelia aurita* is known to colonizing hard substrate such as harbors (De Blauwe, 2003) while *Chrysaora hysoscella* probably require coarse sediments further off shore. So both species likely originated from different areas. The *Aurelia aurita* were mostly 12-15 cm

large although jellies of other sizes have been found. The duration of their drift was estimated up to 4-5 weeks. The *Chrysaora hysoscella* were quite small (~4-5 cm) and probably drifted for about 2 weeks before reaching the coast.

The model was first used to simulate the drift of jellyfish backwards in time, using the observed beaching time and position as initial conditions. Based on model results and expert's knowledge, possible areas of provenance have been identified. Forecast model simulations have been then performed using the estimated provenance areas and release time as initial conditions. A sensitivity test has also been performed to assess the effect of some unknown processes on the simulated drift trajectory.

The *Aurelia aurita* event

To study the beaching episode of *Aurelia aurita*, the model is initialized with 10 release locations of jellyfish all along the Belgian coastline. Jellyfish are virtually released at the same time i.e. the time of high waters close to the time of observed beaching. A 4-week model simulation has been performed backwards in time (Fig. 1). Model results show that jellyfish probably originated from the English Channel although the exact location is not clear and range from the Eastbourne area to Dover and Calais. The simulation suggests that they may have spent about 11 days travelling back and forth in the English Channel and the Dover Strait, and then started to move northeast for more than a week. Later, the hydro-meteorological conditions changed and the jellyfish have been pushed southward for about 10 consecutive days until they reached the Belgian coast.

Aurelia aurita are known to require hard substrates to fix on and develop (such as in harbor) before they detach and start drifting. Therefore, we compared the model results with the location of main harbors and selected Eastbourne, Dover, Broadstairs, Boulogne-sur-mer and Calais as potential areas for the release of jellyfish. Although Zeebrugge was not in the area designated by the model, it has been added to the list. A 4-week forecast simulation has been performed using these harbor sites as release areas. Jellyfish have been virtually released on an hourly basis on April 27th 2013. Results of the forecast simulation are consistent with the ones from the backtrack simulation (Fig. 2). At the beginning of the simulation, most jellyfish remain in the English Channel area, and then move toward the Northeast to finally be pushed southward toward the Dutch and Belgian coasts. Note that jellyfish released in Eastbourne and Boulogne-sur-mer on April 27th 2013 never crossed the Dover Strait and beach close to their initial positions. Jellyfish released in Zeebrugge also beach in the close by area very shortly after their release. Probably the most interesting outcome of this simulation is that the trajectories of the jellyfish from Dover and Broadstairs (and even from Calais) merge in the course of the simulation to end up beaching together, first on the Dutch coast, then on the Belgian one. In addition, the jellyfish released from these three harbors on the same day but at hourly intervals beach one after the other, all along the coast in an almost uniform distribution along the coastline. This is consistent with the observations which reported beached jellyfish all along the coast.

The *Chrysaora hysoscella* event

A model simulation was performed backwards in time, using the observed time and locations of beaching (Nieuwpoort, De Panne, Ostende and Knokke) as initial conditions. Results suggest that jellyfish originated from an offshore area within the Belgian waters (Fig. 3). After their release, they travelled to the Southwest and spent a few days in front of Calais. Later, they moved to the Northeast until reaching the Belgian coast.

The model estimated positions of the jellyfish between July 15th and July 18th 2013 (*i.e.* 2 weeks before the beaching) have been compared with sea bed types (Fig. 4) to identify a potential area of provenance, that is to say an area close to the area identified by the model and that is covered by coarse sediments. One area has been selected and a forward model simulation has been performed using the estimated time for release and the selected area with coarse sediments as initial conditions. To account for the uncertainties on the release time of jellyfish, jellyfish have been virtually released every hour during one week between July 15th and July 21st 2013.

The results show that although most jellyfish first move towards Calais before heading up to the Northeast, some jellyfish released at a very specific time might have reached the coast at several locations between Calais and Zeebrugge (Fig. 5).

Sensitivity test

In the following model simulations, it was assumed that jellyfish drift just below sea surface and too little was known on how the jellyfish behave vertically in the water column, to include this process in the model. Here, a sensitivity test has been carried out to assess the effect of the vertical position of the jellyfish on its trajectory. Results are presented in Figure 6. It is clear that the jellyfish released close to the sea bottom stay as close to their release spot as the jellyfish at the sea surface can travel far away from it! In a timeframe of a couple of days, the jellyfish were distant by up to 70 km apart. The reason is that the action of waves and water current can be very much depth dependent. Although they were all released at the same latitude-longitude, they are quickly dragged into different areas where waves and currents can even be more different which in turn further increase the distance between them. The vertical position of jellyfish is certainly an important parameter to account for in the model simulations. Therefore, increasing our knowledge on how the jellyfish vertically migrate and/or swim should be further studied.

Conclusion and recommendations

We have developed a model able to estimate the trajectory of jellyfish and applied it to two massive beaching episodes of jellyfish that occurred in 2013. Both episodes are different in many aspects. First the species are different and have different sites of preference for fixing, so that they most likely start drifting from different areas. Secondly, environmental conditions were different. In the third place, the *Chrysaora hysoscella* drift

duration was estimated at 2 weeks while the *Aurelia aurita* probably drifted for 4-5 weeks before they reached the coast. Finally, the *Chrysaora hysoscella* have been observed at specific locations along the Belgian coast while the *Aurelia aurita* have been found all along the Belgian coast with a greater density around Ostende.

The model estimates the drift of jellyfish as a function of waves, water currents and tides. Applied to the two considered beaching episodes, it was able to provide relevant suggestions on possible sites of origin for jellyfish in agreement with experts' hypothesis and observations. The model was also able to reproduce the specific features relative to the beaching episode such as the localized beaching of *Chrysaora hysoscella* and the almost uniform beaching of *Aurelia aurita* all along the Belgian coastline. It works in both backtrack (backward in time) and forecast (forward in time) modes so that it is able to provide information on the past and future trajectories of jellyfish. The model showed its ability and powerfulness to help understand and study jellyfish drift.

Model uncertainties rely upon the hydro-meteorological conditions (1), on initial conditions (2) and on the model representation of the jellyfish behavior (3). The hydro-meteorological conditions are provided by state-of-the-art operational forecast models at the UK Met Office and RBINS. Although model estimations of hydro-meteorological conditions are less accurate than in-situ observations, they have the great advantage to offer information on a much larger spatial domain as well as information over the future hydro-meteorological conditions. Initial conditions, namely the time and place of the observation, are crucial and should be reported as precisely as possible. Finally, many unknowns remain on the way jellyfish behave. More specifically, the way jellyfish swim or migrate vertically within the water column can strongly affect their trajectories. Water currents and wave actions can vary considerably from one water depth to another, even at the same latitude-longitude location. One thing after another, two jellyfish travelling at different water depth can quickly be separated by few up to hundred kilometers in less than a week!

Recommendations for future report of jellyfish observations

- Please report the exact time and place of observation
- Report the size of the jellyfish to help us estimate the drift duration in the water
- Any information helping us understand how jellyfish behave in the water, what are they favorite sites (for fixing, feeding, ...)

Observations can be posted on waarneming@strandwerkgroep.be or on waaneming.be. (preferably with a photograph)

ACKNOWLEDGMENTS

This work has been carried out in the framework of the JELLYFOR and JELLYMOD projects, funded by the Belgian Science Policy Office (BELSPO). The authors would also like to thank the Kevin Ruddick, Dimitry Van Der Zande and Quinten Vanhellemont for the support and the very helpful discussions.

Vertaling

Waar komen onze kwallen vandaan?

Wanneer we kwallen op het strand vinden, dan vragen we ons soms af waar ze vandaan komen, of als we ze op zee zien drijven, waar ze naartoe gaan. Komen aangespoelde kwallen op onze stranden steeds uit hetzelfde gebied? En hoe komt het dat meerdere soorten op dezelfde plaats en hetzelfde tijdstip aanspoelen? Zijn die allemaal afkomstig van eenzelfde gebied of ontmoeten ze elkaar ergens op zee om dan tezamen aan te spoelen op onze stranden?

Om deze vragen te beantwoorden kunnen we driftmodellen gebruiken. Maar dan moeten we eerst nagaan welke omgevingsfactoren de drift van kwallen bepalen en die vervolgens toepassen op elk geval afzonderlijk. Daartoe hebben we het numerieke driftmodel (OSERIT; Dulière et al. 2012) gebaseerd op Lagrangiaanse deeltjes (Een Lagrangiaans deeltje beweegt zich alsof het een element is van de vloeistof) aangepast voor het driftpatroon van kwallen. In een dergelijk model kunnen we deeltjes, in ons geval kwallen, virtueel loslaten om vervolgens de drift ervan te berekenen. Dat gebeurt op basis van geselecteerde omgevingsfactoren en processen. Daarbij veronderstellen we in de eerste plaats dat de drift van kwallen beïnvloedt wordt door de werking van de stroming, de getijden en de golven. Indirect wordt in het model rekening gehouden met de invloed van de wind op de waterstroom en golven. Bij sommige soorten die over een klein “zeiltje” beschikken (zoals het Bezaantje *Verella vellella*) moet de invloed van de wind mee in rekening gebracht worden.

Kwallen maken wel zwemmende bewegingen, maar er is nog altijd discussie of ze wel in staat zijn om zich op eigen kracht over aanzienlijke afstanden te verplaatsen, waarbij het de vraag is of ze meebewegen met de stroming dan wel of ze actief van het ene gebied naar het andere zwemmen om bijvoorbeeld actief de zon te vermijden of om als groep samen te blijven. Bovendien ondergaan ze verticale migraties en kunnen ze verschillende waterdieptes voorkomen. Door het gebrek aan kennis over het zwemgedrag van kwallen en omdat de afstand die ze al zwemmend afleggen minder belangrijk is dan de invloed van stromingen, getijden en golven hebben we besloten om de factor zwemmen te negeren.

We pasten het model toe op twee strandingen van kwallen, een massale stranding van Oorkwallen *Aurelia aurita* (meer dan ~ 18.000/km) die op 25 mei 2013 die plaatsvond over de hele Belgische kust en de massale stranding van Kompaskwallen *Chrysaora hysoscella* die plaatsvond op 1 augustus 2013 (De Blauwe, 2013) op verschillende plaatsen langs de Belgische kust en waarbij ongeveer 100 baders geneteld werden. De herkomst van beide soorten ligt in verschillende gebieden. We weten dat het poliepstadium van de Oorkwal vastgehecht leeft op harde substraten bijvoorbeeld in

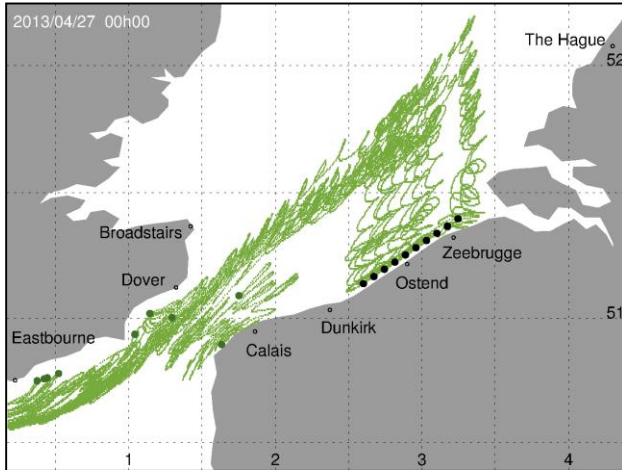


Figure 1: Model simulated 4-week backtrace drift trajectory of *Aurelia aurita*. Black points represent the starting locations (= the beaching) of jellyfishes given to the model (25/05/2013) and the green points represent the jellyfishes' locations as estimated by the model 4 weeks previous to the beaching episode (27/04/2013). The light green shows the drift trajectory of jellyfishes estimated by the model.

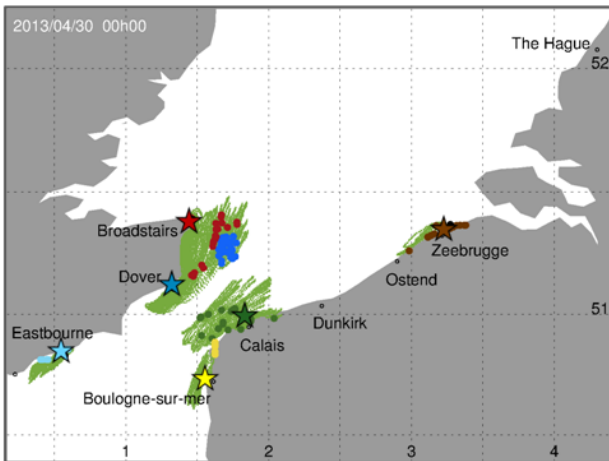


Figure 2: 4-week forecast model estimation of the drift trajectory of *Aurelia aurita*. Jellyfishes were hourly released from a selected number of harbors represented by stars on April 27th 2013. The points represent the jellyfish positions as estimated by the model at different times of the simulation (30/04; 05, 15, 20 and 25/05/2013). The color of the points corresponds to the color of harbor of origin. The light green shows the full drift trajectory of jellyfishes as estimated by the model.

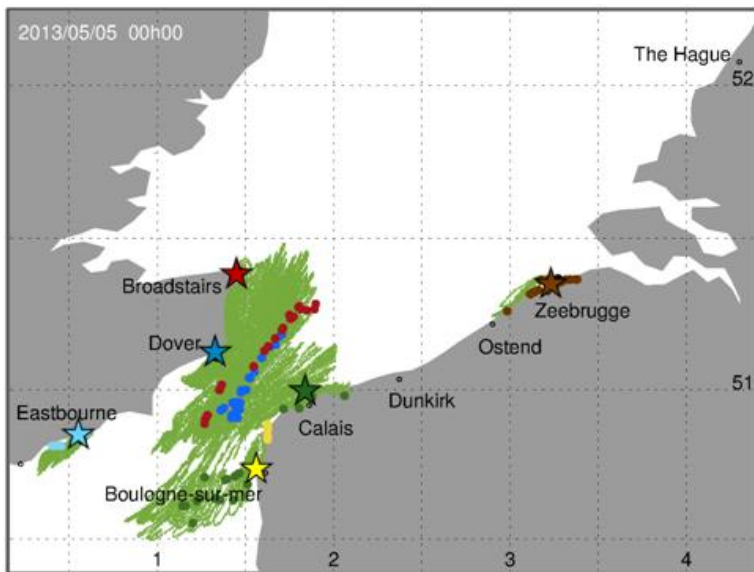


Figure 2: continued

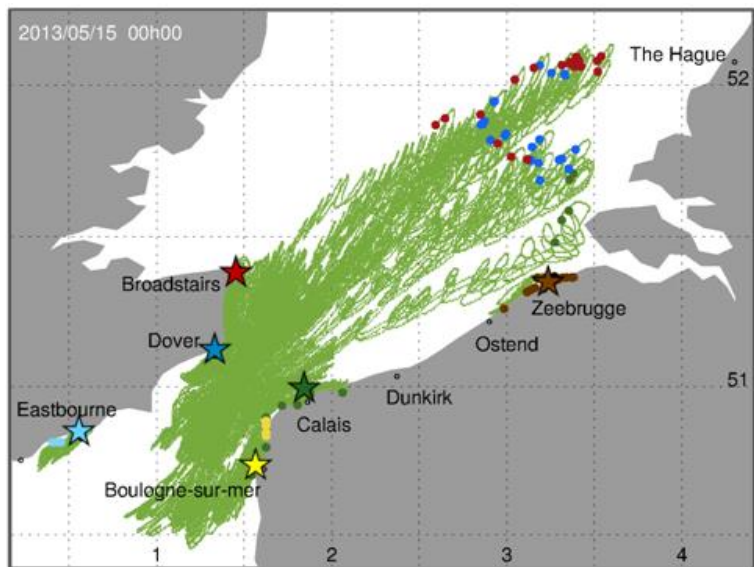


Figure 2: continued

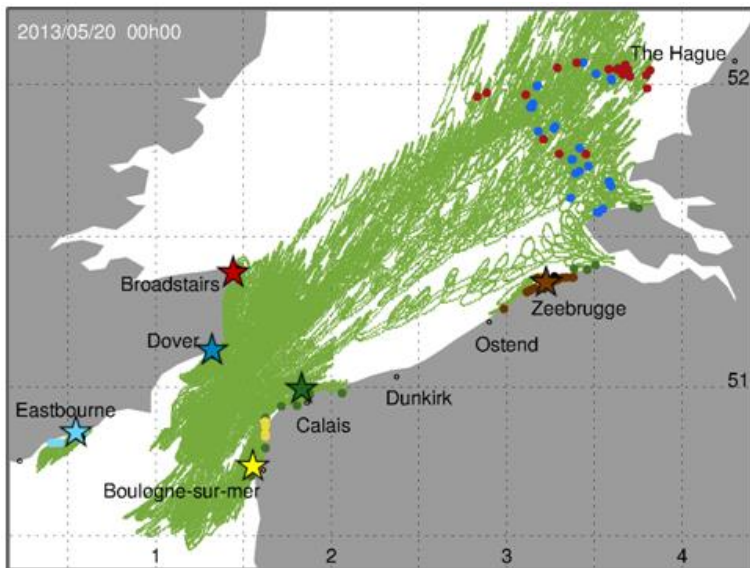


Figure 2: continued

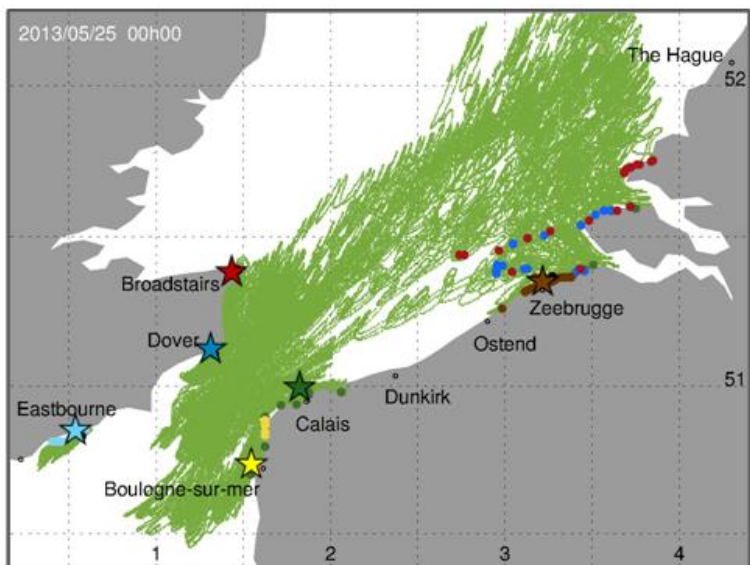


Figure 2: continued

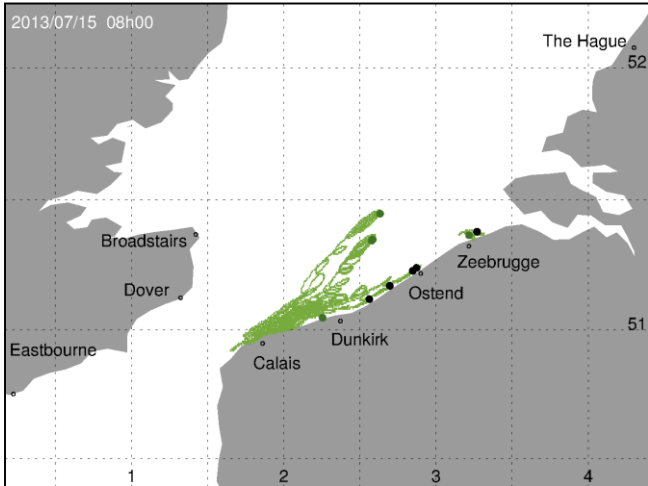


Figure 3: Model simulated 2-week backtrace drift trajectory of *Chrysaora hysoscella*. Black points represent the starting locations of jellyfishes given to the model (01/08/2013) and the green points represent the jellyfishes' locations as estimated by the model about 2 weeks before the beaching event (15/07/2013). The light green shows the full drift trajectory of jellyfishes as estimated by the model.

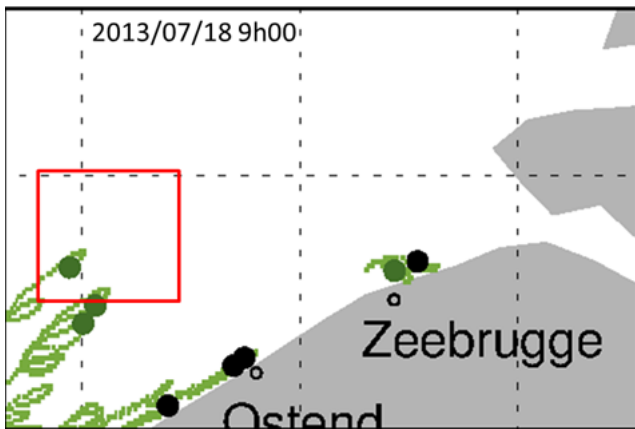


Figure 4: Model simulated *Chrysaora hysoscella* positions on 18/07/2013 (left) and 15/07/2013 (middle) at 9:00 AM and sediment characterization map of the seabed (Van Lancker and van Heteren; 2013). Black points represent the starting locations of jellyfishes given to the model. The light green shows the full drift trajectory of jellyfishes as estimated by the model.

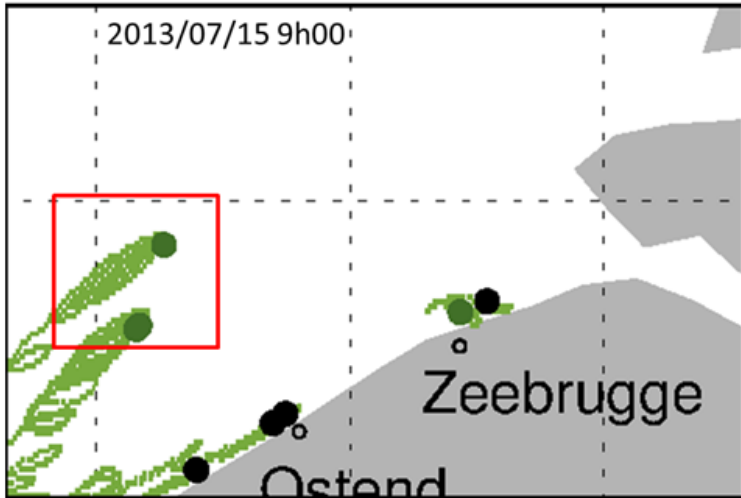
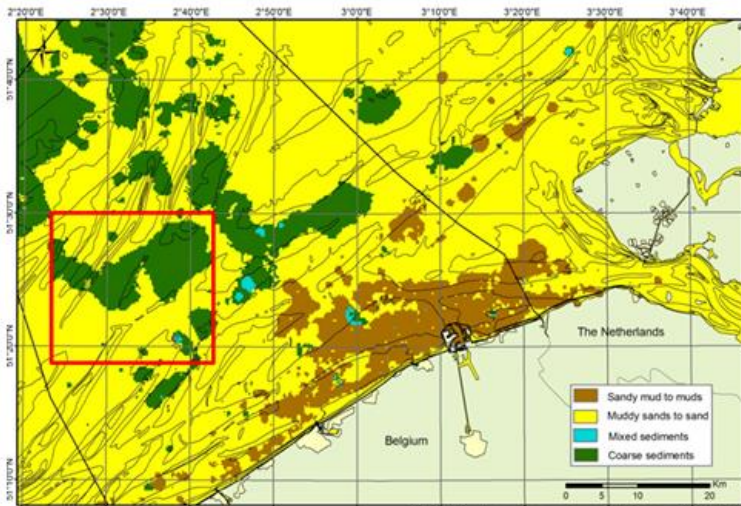


Figure 4: continued



Ref : Van Lancker and van Heteren (2013)

Figure 4: continued

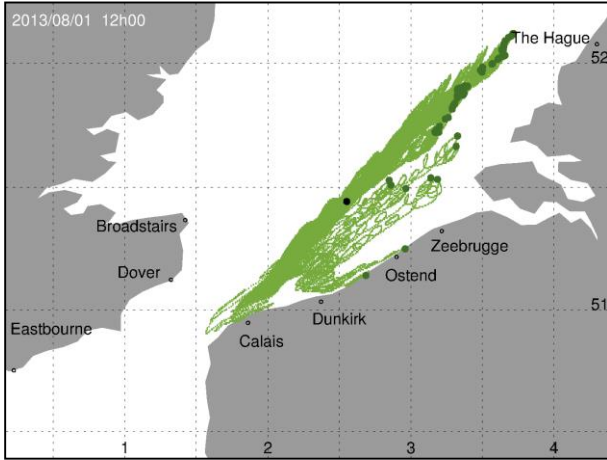


Figure 5: 2-week forecast model estimation of the drift trajectory of *Chrysaora hysoscella*. The black point represent the starting location from which jellyfishes were released every hour between July 15th and July 21st 2013. The green points represent the jellyfishes positions as estimated by the model on 1st August 2013 at noon. The light green shows the full drift trajectory of jellyfishes as estimated by the model.

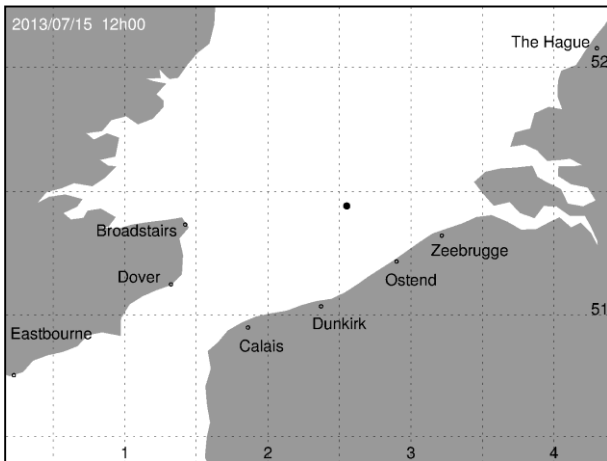


Figure 6: 2-week forecast model estimation of the drift trajectory of *Chrysaora hysoscella*. Jellyfishes were all released from the same location (black point) but at different water depths ranging from sea surface to sea bottom. The filled circles represent the jellyfish positions as estimated by the model at different times of the simulation (15, 20, 25 and 30/07/2013). The colors of the filled circles refer to different vertical depths as shown in the colorbar. The light green shows the simulated drift trajectories for all jellyfishes included.

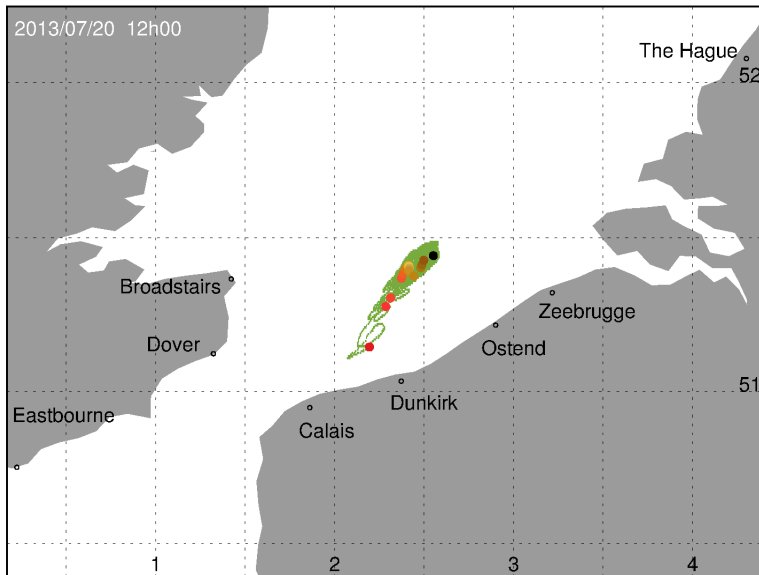


Figure 6: continued

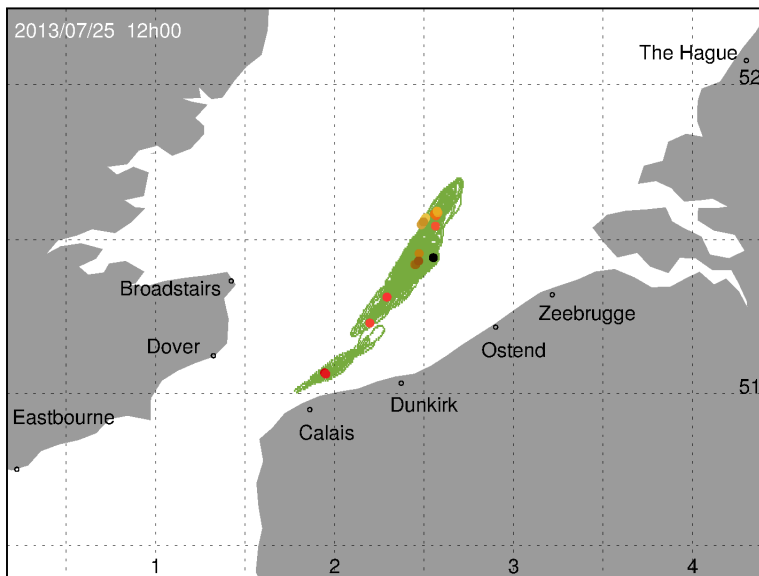


Figure 6: continued

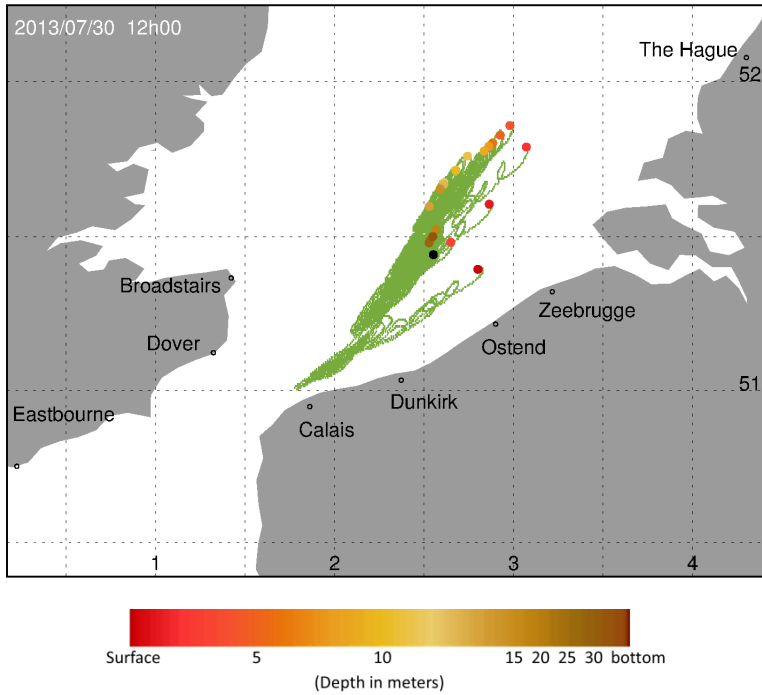


Figure 6: continued

havens (De Blauwe, 2003) terwijl de poliepen van de Kompaskwal mogelijk op grovere sedimenten wat verder uit de kust voorkomen. De gemiddelde grootte van de aangespoelde Oorkwallen was 12-15 cm maar er zaten ook exemplaren met andere afmetingen tussen. We schatten de tijd dat ze al rondredven op 4 tot 5 weken. De Kompaskwallen waren nog tamelijk klein (~4-5 cm) en ze dreven waarschijnlijk al zo'n twee weken rond, alvorens ze de kust bereikten.

Het model werd het eerst toegepast als simulatie van de drift van de kwallen in het verleden. Daarbij gebruikten we als initiële condities de gekende strandingstijden en -posities. Gebaseerd op de resultaten van het model en de kennis van de specialisten, identificeerden we mogelijke herkomstgebieden. De voorspelling van de modelsimulaties werden vervolgens uitgevoerd met als beginvoorwaarden de geschatte herkomstgebieden en de vrijlatingstijd. We voerden ook een gevoeligheidstest uit om het effect van sommige onbekende processen op het gesimuleerde driftraject na te gaan.

De *Aurelia aurita* stranding

Om de stranding van de Oorkwallen te bestuderen werd in het model uitgegaan van 10 strandingslocaties verspreid over de Belgische kust. De kwallen werden op hetzelfde moment virtueel losgelaten namelijk op het moment van hoogwater het dichtst bij de waargenomen strandingstijd. We maakten een modelsimulatie tot 4 weken terug in de tijd (Fig. 1). De simulatieresultaten tonen aan dat de kwallen waarschijnlijk van het Engelse Kanaal komen, maar de exacte locatie is niet duidelijk, waarschijnlijk van de regio rond Eastbourne tot Dover en Calais. De simulatie suggereert dat ze ongeveer 11 dagen heen en weer bewogen in het Kanaal en de Straat van Dover, en zich daarna naar voor meer dan een week het noordoosten verplaatsten. Later veranderden de hydro-meteorologische condities en de kwallen werden gedurende 10 opeenvolgende dagen zuidwaarts gestuwd tot ze de Belgische kust bereikten.

Het poliepstadium van de Oorkwal heeft een hard substraat nodig om zich vast te hechten en zich te ontwikkelen (zoals in havens) voordat de kwallen zich losmaken en beginnen te drijven (De Blauwe, 2003). Daarom vergeleken we de modelresultaten met de locaties van havens in de regio en we selecteerden Eastbourne, Dover, Broadstairs, Boulogne-sur-mer en Calais als potentiële gebieden voor de herkomst van de kwallen. Omdat Zeebrugge niet in het model was opgenomen, voegden we het aan de lijst toe. Op basis van die havens maakten we een simulatie van 4 weken. Kwallen werden om het uur virtueel losgelaten met als startdatum 27 april 2013. De resultaten van de prognosesimulatie zijn consistent met die van de backtracksimulatie (figuur 2). Bij het begin van de simulatie bleven de meeste kwallen in het Engelse gedeelte van het Kanaal daarna bewogen ze naar het noordoosten om uiteindelijk zuidwaarts gestuwd te worden richting Nederlandse en Belgische stranden. Merk op dat de kwallen die op 27 april 2013 werden losgelaten in Eastbourne en Boulogne-sur-mer dicht bij hun initiële positie strandden en nooit de Straat van Dover bereikten. Kwallen die in Zeebrugge werden losgelaten strandden ook dichtbij en snel na hun virtuele loslating. De belangrijkste conclusie van deze simulatie is

ongetwijfeld dat zowel de kwallen uit Dover als die uit Broadstairs (en zelfs van Calais) samenkomen om uiteindelijk eerst op de Nederlandse kust en later op de Belgische samen aan te spoelen. Bovendien strandden alle kwallen die in deze drie havens op dezelfde dag met een interval van een uur werden vrijgelaten, op de Belgische noordoostkust en op de Zeeuwse kust (Nederland) in een bijna gelijkmatige verdeling over de kustlijn. Dit is consistent met de observaties en rapporten van de gestrande kwallen langs de kust.

De *Chrysaora hysoscella* stranding

Voor deze stranding maakten we een modelsimulatie waarbij gebruik gemaakt werd van de tijd en de locaties van de stranding (Nieuwpoort, De Panne, Oostende en Knokke) als startcondities. De resultaten suggereren dat de kwallen afkomstig waren uit een gebied voor de Belgisch kust (Fig. 3). Na hun vrijkomen reisden ze naar het zuidwesten, spendeerden ze een paar dagen voor Calais. Later, bewogen ze naar het noordoosten om uiteindelijk de Belgische kust te bereiken.

Het model voorspelt de positie van de kwallen tussen 15 juli en 18 juli 2013 (= twee weken voor de stranding). Daarnaast werd een vergelijking gemaakt met de verschillende zeebodentypes om een potentiële plaats van herkomst te identificeren, namelijk een plaats dichtbij het identificatiegebied van het model en met een zeebodem met grof sediment. Een gebied werd geselecteerd en een voorwaartse modelsimulatie uitgevoerd op basis van de geschatte tijd voor de introductie en het geselecteerde gebied met grof sediment als beginvoorwaarden. Omdat de tijd van vrijlaten van de kwallen niet precies meetbaar is werden ze tussen 15 juli en 21 juli 2013 om het uur losgelaten.

Uit de resultaten blijkt dat sommige kwallen vrijgelaten op een welbepaald tijdstip de kust bereikten op diverse locaties tussen Calais en Zeebrugge (figuur 5) hoewel de meeste kwallen eerst in de richting van Calais dreven, alvorens naar het noordoosten te drijven.

Gevoeligheidstest

In de volgende modelsimulaties werd ervan uitgegaan dat kwallen net onder het zeeoppervlak drijven. Maar kwallen maken ook verticale bewegingen in de waterkolom, maar daarvan is te weinig geweten om dit proces in het model mee op te nemen. We voerden een gevoeligheidstest uit om het effect van de verticale positie van de kwal op zijn traject beoordelen. De resultaten vind je in figuur 6. Het is duidelijk dat de kwallen die dicht bij de zeebodem losgelaten werden dicht bij de plaats van vrijlating blijven terwijl deze die net onder het zeeoppervlak werden vrijgelaten een lange afstand kunnen afleggen! Zo leggen in een tijdsbestek van enkele dagen, kwallen die net onder zeeoppervlak drijven een afstand af tot 70 km. De reden is dat de inwerking van golven en stroming zeer afhankelijk kan zijn van de diepte. Hoewel ze allemaal werden uitgezet op dezelfde geografische locatie, worden ze snel verslept naar verschillende gebieden met een ander golf- en stromingsregime wat vervolgens voor een grotere verspreiding zorgt. De verticale positie van kwallen is zeker een belangrijke parameter om mee

rekening te houden in de modelsimulaties. Daarom is het nodig dat we onze kennis vergroten over hoe de kwallen verticaal migreren en / of zwemmen.

Besluit en aanbevelingen

We hebben een model ontwikkeld om het traject dat kwallen afleggen na te gaan en we hebben het model toegepast op twee grote strandingen die zich hebben voorgedaan in 2013. Beide gebeurtenissen verschillen in vele aspecten. Ten eerste zijn de soorten verschillend, met poliepstadia die zich ontwikkelen in verschillende gebieden, zodat hun driftraject al start vanuit verschillende gebieden. Ten tweede verschillen de omgevingsomstandigheden. Ten derde werd de duur van de drift van de Kompaskwallen geschat op 2 weken, terwijl de Oorkwallen waarschijnlijk al 4 à 5 weken rondreden voordat ze de kust bereikten. Ten slotte werden de Kompaskwallen waargenomen op specifieke locaties langs de Belgische kust, terwijl de Oorkwallen werden gevonden langs de hele Belgische kust met een grotere dichtheid rond Oostende.

Het model bepaalt de drift van kwallen rekening houdend met de golven, waterstromingen en getijden. Gebaseerd op de twee strandingen en samen met de hypothese en waarnemingen van deskundigen, was het in staat om relevante suggesties over de mogelijke locaties van de herkomst van kwallen te bepalen. Het model was ook in staat om de specifieke kenmerken te reproduceren van de lokale stranding van Kompaskwallen en de bijna uniforme stranding van Oorkwallen langs de hele Belgische kust. Het model werkt zowel in de backtrack (terug in de tijd) als in de toekomst (vooruit in de tijd) modus, zodat het in staat is om informatie te verstrekken over het verleden en de toekomstige trajecten van kwallen. Het model bewees zijn vermogen en sterkte bij het begrijpen en de studie van de drift van kwallen.

Zwakheden van het model liggen in de hydro-meteorologische omstandigheden (1), op de initiële condities (2) en in de voorstelling door het model van het gedrag van de kwallen (3). De hydro-meteorologische omstandigheden worden verkregen via state-of-the-art operationele voorspellingsmodellen van de Meteorologische Dienst van het Verenigd Koninkrijk (UK Met Office) en het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen (KBIN). Hoewel voorspellingen van hydro-meteorologische omstandigheden verkregen via modellen minder nauwkeurig zijn dan in-situ waarnemingen, hebben zij het grote voordeel dat ze informatie geven op een veel grotere ruimtelijke schaal en bovendien informatie bieden over de toekomstige hydro-meteorologische omstandigheden. Initiële voorwaarden, tijd en plaats van de waarneming zijn cruciaal en moeten zo nauwkeurig mogelijk worden gemeld. Tot slot, er blijven veel onduidelijkheden over het gedrag van kwallen. Meer bepaald, de manier waarop kwallen verticaal in de waterkolom zwemmen/migreren en dat kan een grote invloed hebben op hun traject. Stroming en golven kunnen zeer variëren bij verschillende dieptes, zelfs op dezelfde locatie. Daardoor kunnen twee kwallen die op verschillende waterdieptes drijven in minder dan een week tot honderd kilometers uiteen drijven!

Suggesties voor toekomstige waarnemingen van kwalen

- Vermeld de correcte plaats en tijd van de waarneming!
- Rapporteer de grootte van de kwal – nodig om de drijfperiode van de kwal te kunnen inschatten
- Alle informatie die ons kan helpen om het gedrag in het water van de kwal te kunnen begrijpen, waar zijn hun favoriete plaatsen (voor vasthechting, voeding...)

Waarnemingen kunnen doorgegeven worden via waarneming@strandwerkgroep.be of op waanemingen.be geplaatst worden. (liefst met foto)

References

- DE BLAUWE, H. (2003). Ribkwallen (Ctenophora), schijfkwallen en medusevormende hydroïden (Cnidaria: Scyphozoa, Hydrozoa) te Zeebrugge, resultaten van 5 jaar waarnemingen (1999-2003). *De Strandvlo*, 23(3) : 80-125.
- DE BLAUWE, H. (2013). Een bijzonder kwalenjaar: schijfkwallen en ribkwallen aan de Belgische kust tot einder September 2013, *De Strandvlo*, 33(3): 79-84.
- DULIÈRE, V., F. OVIDIO AND S. LEGRAND (2012). Development of an Integrated Software for Forecasting the Impacts of Accidental Oil Pollution- OSERIT. Final Report. Brussels: Belgian Science Policy, 68 pp. (Research Programme Science for a Sustainable Development)
- VAN LANCKER, V. AND VAN HETEREN, S. (2013). Case Study 4: Revisiting the spatial distribution of EUNIS Level 3 North Sea habitats in view of Europe's Marine Strategy Framework Directive. In: V. Van Lancker and S. van Heteren, eds. Standardisation and harmonisation in seabed habitat mapping: role and added value of geological data and information. Part A: Sediment characterisation. Deliverable 10.5. Geo-Seas Pan-European infrastructure for management of marine and ocean geological and geophysical data (EU Grant Agreement Number: 23895), pp. 86-93 .

Royal Belgian Institute of Natural Sciences (RBINS)
Operational Directorate Natural Environment (OD Nature)
3e en 23e Linieregimentsplein
B-8400 Oostende