

Publiekssamenvatting van het proefschrift van Kim Alards

Promotiedatum: 19 december 2018

Roterende turbulente warmtestroming door de ogen van deeltjes

Stromingen in de oceanen en in de atmosfeer op aarde zijn complex en onvoorspelbaar. De interactie tussen de thermisch gedreven turbulente stroming en de rotatie van de aarde beïnvloedt de stromingsstructuren en draagt hierdoor bij aan de complexiteit. Nog ingewikkelder wordt het wanneer je kijkt naar aanwezige deeltjes in deze geofysische stromingen, zoals plankton in de oceaan of druppels in de wolken. In mijn proefschrift onderzoeken we zowel het effect van rotatie als het gedrag van deeltjes in een thermisch aangedreven stroming.

We maken hiervoor gebruik van een welbekende model-opstelling voor geofysische stromingen, *Rayleigh-Bénard convectie*. Daarin wordt een vloeistoflaag verwarmd van onder en gekoeld van boven. Rotatie wordt toegevoegd door de opstelling te roteren om zijn verticale as.

In Rayleigh-Bénard convectie veranderen de stromingsstructuren door rotatie; bij lage rotatiesnelheden ontstaat een grootschalige circulatie van stijgende warme vloeistof en dalende koude vloeistof, terwijl bij hoge rotatiesnelheden spiralisierende wervels vanaf de platen richting het midden bewegen. Om dit te onderzoeken gebruiken we numerieke simulaties en een Lagrangiaanse meetmethode, wat inhoudt dat we passieve tracerdeeltjes in de stroming volgen. De geometrie van de deeltjesbanen geeft informatie over de stromingsstructuren en het effect van rotatie op deze geometrie is in lijn met bovengenoemde overgang van een circulatie naar spiralisierende wervels.

Tegelijkertijd met deze transitie in de stromingsstructuren vindt ook een transitie van constant naar toegenomen warmtetransport plaats. Eerder onderzoek laat zien dat deze transitie erg abrupt en scherp is. Of dit ook geldt voor de transitie in de stromingsstructuren was tot dusverre onbekend. Door versnellingsstatistiek van de tracerdeeltjes te analyseren voor verschillende rotatiesnelheden laten we zien dat ook de transitie in de stromingsstructuren scherp en abrupt is.

Deeltjes in geofysische stromingen volgen door hun traagheid zelden precies de stroomlijnen. In een Rayleigh-Bénard stroming speelt niet alleen mechanische, maar vooral ook *thermische traagheid* een rol. Dit houdt in dat de deeltjes een bepaalde tijd nodig hebben om de temperatuur van de omgeving aan te nemen. Wanneer we meenemen dat deeltjes uitzetten in een warmere omgeving en krimpen in een koudere omgeving, beïnvloedt deze thermische traagheid de deeltjesbanen. Dit betekent dat de dichtheid van deeltjes afhangt van de temperatuur via een zogenaamde uitzettingscoëfficiënt.

Het tweede deel van mijn onderzoek gaat over het gedrag van deeltjes met een hogere uitzettingscoëfficiënt dan hun omgeving. In warmere gebieden bij de bodemplaat worden deeltjes nu lichter dan de omringende vloeistof, terwijl ze zwaarder worden dan de vloeistof bij de koude topplaat. De numerieke simulaties laten zien dat de deeltjes hierdoor een beweging vanuit de platen richting het centrum van de Rayleigh-Bénard opstelling opgelegd krijgen.

Samengevat geeft dit onderzoek inzicht in zowel het effect van rotatie op de stromingsstructuren als het gedrag van deeltjes met andere thermische eigenschappen dan de vloeistof in Rayleigh-Bénard convectie.

Titel van het proefschrift: Lagrangian characterization of rotating Rayleigh-Bénard convectie.

Promotoren: Federico Toschi TU/e, Herman Clercx TU/e. Co-promotor: Rudie Kunnen (TU/e).