

University of Groningen

## Experimental analysis and modelling of the behavioural interactions underlying the coordination of collective motion and the propagation of information in fish schools

Lecheval, Valentin Jacques Dominique

**IMPORTANT NOTE:** You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

*Document Version*

Publisher's PDF, also known as Version of record

*Publication date:*  
2017

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

*Citation for published version (APA):*

Lecheval, V. J. D. (2017). *Experimental analysis and modelling of the behavioural interactions underlying the coordination of collective motion and the propagation of information in fish schools*. [Thesis fully internal (DIV), University of Groningen]. University of Groningen.

### Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

### Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

# Samenvatting

Gezamenlijke coördinatie van bewegingen is alomtegenwoordig in vissen. Grote visscholen kunnen duizenden tot miljoenen dieren bevatten. Het is echter onbekend welke lokale gedragsregels deze collective gedragspatronen aansturen.

In dit proefschrift onderzoeken we in de roodneuszalm (*Hemigrammus rhodostomus*), welke mechanismen bijdragen aan de coördinatie van hun school en de transmissie van informatie. Om de samenhang tussen individueel gedrag en collectieve patronen te achterhalen, combineren we empirisch onderzoek en computermodellen in onze benadering. Het eerste deel van het proefschrift onderzoekt de gedragsmechanismen die ten grondslag liggen aan de coördinatie van een school in deze soort. Hiertoe analyseren we de voortbeweging van een of twee vissen als ze rondbewegen in een cilindervormige aquarium. Deze vissoort vertoont een “burst-en-coast” zwemstijl. Dit bestaat uit korte acceleraties met een verandering van richting gevolgd door een glijbeweging waarin de snelheid afneemt. We segmenteerden de trajectoriën overeenkomstig en baseerden ook het computermodel op deze zwemstijl. We ontwikkelden een nieuwe methode om de interacties tussen vissen en tussen een vis en de wand te meten en te ontrafelen. We baseerden ons model op natuurkundige analogieën en overwegingen van symmetrie. Resultaten laten zien dat de interacties in de school zowel aantrekking tussen vissen als het gelijkrichten van hun oriëntatie behelzen. We onderzochten voor vissen die zwemmen in een ringvormig aquarium ook hoe een individu verschillende typen informatie integreert, namelijk die van andere vissen en van nabije obstakels. Hiertoe ontwikkelden we een computermodel gebaseerd op kaarten van gedragsreacties die we extraheerden uit empirische data. We onderzochten in dit model of de globale eigenschappen van de school ontstonden als de individuen alleen maar reageerden op de sterkste stimulus die ze waarnamen. Deze hypothese moesten we verwerpen voor scholen van vijf vissen. Het tweede deel van mijn proefschrift wijd ik aan het onderzoek naar het doorgeven van informatie in scholen als reactie op interne en externe verstoringen. De transmissie in reactie op interne

verstoringen betrof het voorkomen van spontane gemeenschappelijke omkeringen van de school (U-turns) in een ringvormig aquarium. Empirische data over de globale eigenschappen van de zwerm kwamen van scholen van 1 tot 20 individuen. We formuleren een Ising-spin model. Het integreert zowel asymetrische interacties tussen individuen onderling als de neidg van individual om de meerderheid van hun nabije buren te volgen. Het model toont dat locale sociale overeenstemming ten grondslag kan liggen aan zowel de dynamiek van de gezamenlijke omkeringen (U-turns) als hun sterke afname in frequentie bij toenemende groepsgrootte. Tenslotte, ontwikkelden we een voorlopige experimentele methode waarmee we gecontroleerd scholen verstoren met het doel om de doorgave van informatie tijdens deze verstoring te onderzoeken. We laten zien dat aversief conditioneren (1) succesvol is in deze soort, (2) collective ontsnappingsreacties opwekt, (3) overdraagbaar is van de training-sessie naar een nieuwe experimentele set-up. Deze resultaten zijn gebaseerd op een training waarin een groen licht een vluchtreactie opwekt. Onze resultaten tonen aan dat de proportie van gecondioneerde vissen in een groep doorslaggevend is voor het al of niet ontstaan van een gezamenlijke ontsnappingsreactie.