

**Presentazione del Dott. Alessandro Sozza**  
**Dottorato di Ricerca in Fisica - XXIX Ciclo**  
**Università degli Studi di Torino**

Dottorando: Alessandro Sozza

Relatore: Guido Boffetta

Titolo della tesi: *Phytoplankton Dynamics in Active Scalar Turbulence*

Durante il triennio di dottorato il Dott. Sozza ha seguito e sostenuto l'esame relativo ai seguenti corsi:

- Nardi, Ratti - Finite temperature in quantum field theory;
- Fornengo - Astrophysical signals of particle dark matter;
- Corso pratico introduttivo a CompactDAQ e CompactRIO;
- Rondoni - Meccanica statistica del disequilibrio (Polito);
- Semplice - Numerical approximation for hyperbolic conservations laws (Matematica, Unito);

L'attività di ricerca del Dott. Sozza ha riguardato lo studio di modelli per la dinamica del fitoplancton in un flusso turbolento o caotico.

Il primo progetto e' stato motivato dal problema dei *thin phytoplankton layers*. Uno dei meccanismi proposti per la formazione di questi densi aggregati di microorganismi considera la forza di buoyancy. Il progetto ha riguardato lo studio della dinamica di particelle inerziali in un flusso stratificato. E' stato sviluppato un modello consistente con le equazioni di Boussinesq, le quali governano il moto del fluido in presenza di stratificazione stabile. Attraverso strumenti statistici, quali la dimensione di correlazione, e' stato possibile studiare la distribuzione frattale delle particelle. Lo studio ha riguardato anche la caratterizzazione delle superfici isopiche su cui rilassano le particelle. Per spiegare i risultati, le simulazioni in turbolenza sono state supportate dallo studio di modelli semplificati in presenza di un flusso cinematico o di un processo stocastico.

Il secondo progetto ha riguardato lo studio di modelli di assorbimento del nutriente da parte di particelle. Questo problema può essere ricondotto a un processo di reazione-diffusione, grazie alla teoria di Smoluchowski, o in modo ancora piu' generale a un problema di prima uscita. Il progetto si propone di andare oltre la teoria del campo medio per studiare come influiscano

le fluttuazioni turbolente in un processo di assorbimento. Le implicazioni ecologiche della turbolenza si traducono i termini di strategia e ottimizzazione dell'uptake di nutriente da parte di un microorganismo. Il Dott. Sozza ha sviluppato interamente il codice, implementando la tecnica denominata *immersed boundary*. In una prima fase e' stato validato il codice con casi statici in diffusione o in un flussi semplici (ad esempio shear flow). E' stata svolta una accurata ricerca nella letteratura che ha permesso di raccogliere un compendio di casi noti. In una seconda fase, e' stato considerato il caso della turbolenza scalare con diversi onset: in decadimento o con una forzante stocastica.

Durante la sua attività di ricerca il Dott. Sozza ha mostrato grande interesse alle tematiche di ricerca della sua Tesi. Nel corso del triennio di Dottorato, il Dott. Sozza ha appreso le tecniche numeriche e teoriche per sviluppare il proprio lavoro di ricerca ed ha raggiunto la maturità scientifica necessaria per svolgere in modo autonomo una ricerca scientifica di alto livello. In particolare, il Dott. Sozza si e' specializzato su temi di ricerca di grande attualità, a cavallo tra Fisica e Biologia Marina, cosa che gli permetterà di affrontare al meglio la sua futura carriera di ricercatore.

In conclusione, esprimo grande apprezzamento per il lavoro svolto dal Dott. Sozza durante il triennio del Dottorato di Ricerca e per i risultati raggiunti e documentati nella Tesi di Dottorato.

Torino, 30 Novembre 2016

Guido Boffetta



## Partecipazione a scuole e conferenze

- Euhit Workshop on *High Reynolds Number Turbulent Flows*, 05-06 September 2016, Bertinoro (Italy) \*
- Summer School on *Advances in Astrophysical and Geophysical Turbulence*, 25 July - 05 August 2016, Cargese (France) \*
- Course on *Introduction to Marconi HPC Cluster*, 20 June 2016, Milano (Italy)
- Summer School on *Current Advances in Climate Change*, 16-17 June 2016, Bardonecchia (Italy)
- Winter School on *New Challenges in Turbulence Research IV*, 20-25 March 2016, Les Houches (France)
- *Lagrangian Transport: From Complex Flow To Complex Fluids*, 07-10 March 2016, Lecce (Italy) \*
- Lorentz Center Workshop: *Microorganisms in Turbulent Flows*, 08-12 February 2016, Leiden (Netherlands) \*
- *Flowing Matter 2016*: COST Action MP1305 Workshop, 11-15 January 2016, Porto (Portugal) \*
- *Living Systems: From Interactions to Critical Behavior*, 16-19 September 2015, San Servolo Venezia (Italy) \*
- V Summer School on *Statistical Physics of Complex and Small Systems*, 06-17 June 2015, CRM-UAB Barcelona (Spain)
- Workshop on *Anomalous Diffusion*, 06 June 2015, Bologna (Italy) \*
- EUROMECH Colloquium 567 *Turbulent Mixing in Stratified Flows*, 22-25 March 2015, Cambridge (UK) \*
- IV Summer School on *Statistical Physics of Complex and Small Systems*, 08-19 September 2014, Palma de Mallorca (Spain) \*
- XIX National Congress of *Statistical Physics and Complex Systems*, 25-27 June 2014, Parma (Italy)
- *'Active Fluids: New Challenges from Experiments to High-Performance Computing'*, 28-31 May 2014, Mariehamn (Finland)

- EUROMECH Colloquium 561: '*Dimensionality in Turbulence*', 19-24 May 2014, Coventry (UK) \*
- '*Introduction to the FERMI Blue Gene/Q*', 17 March 2014, Cineca, Casalecchio di Reno, (Italy)

Negli eventi contrassegnati con (\*), il candidato ha presentato il suo lavoro di ricerca.

### **Elenco delle pubblicazioni**

- A. Sozza, G. Boffetta, P. Muratore-Ginanneschi and S. Musacchio, *Dimensional transition of energy cascades in stably stratified thin fluid layer*, Physics of Fluids **27**, 035112 (2015).
- A. Sozza, F. De Lillo, S. Musacchio and G. Boffetta, *Large-scale confinement and small-scale clustering of floating particles in stratified turbulence*, Physical Review Fluids **1**, 052401(R) (2016).