Marco Martins Afonso

Curriculum vitae dell'attività scientifica e didattica

Agosto 2026 (le versioni Zeneize e Latina seguono in fondo)

Cognome: Martins Afonso
Nome: Marco
Luogo di nascita: Genova (Liguria)
Data di nascita: 21 settembre 1979
Sesso: M
Attività e Indirizzo: SIT Technologies; Università di Genova, DIME-MASET-TPG; via Montallegro 1, 16145 Genova, Italia (Villa Cambiaso - padiglioni F.019 F.037)
Affiliazione (membro): Centro de Matemática da Universidade do Porto (CMUP); Departamento de Matemática da Faculdade de Ciências (FCUP); Rua do Campo Alegre, 687; 4169-007 Porto; Portogallo
Telefono: +39 0103532463 \ 0103532376
Sito personale: http://marcomartinsafonso.epizy.com
Posta elettronica: marcomartinsafonso@yahoo.com

Corso di Studi

- **Dottorato di Ricerca in Fisica** presso l'Università degli Studi di Genova, conseguito a Genova il 22 maggio 2006; titolo della tesi: *Analytical models of turbulence: from large scales to small scales, and beyond*; supervisori: Proff. Roberto Festa e Andrea Mazzino.

- **Laurea in Fisica**, con tutti gli esami sostenuti presso la Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali dell'Università degli Studi di Genova; titolo della tesi: *Un modello risolubile analiticamente di Large-Eddy Simulation di campi scalari passivi*, discussa il 10 luglio 2002 con votazione finale 110/110 *cum laude*; relatori: Proff. Roberto Festa e Andrea Mazzino.

- **Diploma di Maturità Scientifica**, conseguito nell'anno scolastico 1996/97 presso il Liceo Scientifico Statale "G.D. Cassini" di Genova, con la votazione di 60/60 *cum laude*.

Attività scientifica e professionale

2024 – Assegno di ricerca presso DIME-MASET-TPG, Università degli Studi di Genova (Italia).

2024 Consulenza occasionale presso "SIT Technologies", Università degli Studi di Genova (Italia).

2022 – 2023 Contratto di ricerca presso il *Centro de Matemática da Universidade do Porto* (Portogallo), finanziata da *FCT* e *SNAP - FEDER*.

2015 – 2020 Posizione post-doc presso il *Centro de Matemática da Universidade do Porto* (Portogallo), finanziata da *FCT* e *STRIDE - FEDER*, con supervisore il Prof. Sílvio Marques de Almeida Gama.

2019 – 2021 Periodo di visita (in qualità di *SCIENZIATO OSPITE INVITATO*) al *Laboratoire Jean-Alexandre Dieudonné* di Nice (Francia), per una collaborazione con il Dott. Dario Vincenzi su temi legati a magnetoidrodinamica e polimeri.

2019 Periodo di visita (in qualità di *SCIENZIATO OSPITE INVITATO*) al *Centro de Matemática da Universidade do Porto* (Portogallo), per una collaborazione con il Prof. Sílvio Marques de Almeida Gama su temi legati a particelle traccianti e inerziali.

2013 – 2014 Posizione post-doc presso il *Laboratoire de Mécanique, Modélisation et Procédés Propres* (Marseille, Francia), nel gruppo *Instabilité, Turbulence et Contrôle*, finanziata da *LabEx MEC*, con supervisore il Dott. Eric Serre.

2011 – 2013 Posizione post-doc presso l'*Institut de Mathématiques et de Modélisation de Montpellier* (Francia), nel gruppo *Analyse, Calcul Scientifique Industriel et Optimisation de Montpellier*, finanziata da *LabEx NuMEV* e *OSEO Dat@Diag*, con supervisore il Prof. Franck Nicoud.

2011 Periodo di visita (in qualità di *SCIENZIATO OSPITE INVITATO*) all'*Università di Helsinki* (Finlandia), per una collaborazione con il Dott. Paolo Muratore-Ginanneschi su temi legati alla diffusione di particelle inerziali.

2009 – 2011 Posizione post-doc presso l'*Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse* (Francia), nel gruppo *Particules, Spray et Combustion*, finanziata da *Fédération FERMaT* e *Institut National de Recherche et Sécurité*, con supervisore il Prof. Olivier Simonin.

2007 – 2008 Posizione post-doc presso la *Johns Hopkins University* a Baltimore (Maryland, Stati Uniti), nel *Department of Mechanical Engineering*, finanziata dalla *Keck Foundation*, con supervisore il Prof. Charles Meneveau.

2006 – 2007 Posizione post-doc presso il *Weizmann Institute of Science* a Rehovot (Israele), nel *Department of Physics of Complex Systems*, finanziata dalla *Feinberg Graduate School*, con supervisore il Prof. Gregory Falkovich.

2006 Periodo di visita (in qualità di *STUDENTE OSPITE INVITATO*) al *Weizmann Institute of Science* di Rehovot (Israele), per una collaborazione con il Prof. Gregory Falkovich su temi legati alla turbolenza di campi scalari passivi, finanziata dal *network* UE *Fluid Mechanical Stirring and Mixing: the Lagrangian Approach*.

2004 – 2005 Periodo di visita all'*Observatoire de la Côte d'Azur* di Nice (Francia), per una collaborazione con il Prof. Uriel Frisch su temi legati alle proprietà statistiche della turbulenza, finanziata con fondi INFM e INFN.

2004 Periodo di visita all'*Institut Non-Linéaire de Nice* di Valbonne-Sophia-Antipolis (Francia), per una collaborazione con il Dott. Antonio Celani su temi legati al trasporto turbolento di scalari, finanziata tramite contributi per l'addestramento di ricercatori presso centri di ricerca di alta qualificazione all'estero, erogati dall'Università degli Studi di Genova.

2003 – 2006 Borsa di Dottorato dell'Università degli Studi di Genova.

Seminari tenuti su invito (38)

- *Seminario "Matematica Applicata: Analisi, Numerica e Calcolo"*, 14 luglio 2023, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto (Portogallo).
- *Seminario "Sistemi Dinamici"*, 6 marzo 2020 & 30 settembre 2016, Centro de Matemática da Universidade do Porto, Porto (Portogallo).
- *Seminario "Matematica Applicata e Analisi Numerica"*, 16 ottobre 2019, Instituto Superior Técnico, Lisboa (Portugal).
- *Seminario "Interfacce"*, 25 gennaio 2019, Laboratoire Jean-Alexandre Dieudonné, Nice (Francia).
- *Seminario "Sistemi e Controllo"*, 21 novembre 2018, Centro de Investigação e Desenvolvimento em Matemática e Aplicações, Aveiro (Portogallo).
- *Seminario "Dinamica dei Fluidi"*, 11 luglio 2018, Instituto de Matemática Pura e Aplicada, Rio de Janeiro (Brasile).
- *Seminario*, 9 maggio 2018, Centro de Matemática e Aplicaçoẽs, Universidade da Beira Interior, Covilhã (Portogallo).
- *Incontro Post-Doc*, 27 aprile 2018 & 18 dicembre 2015, Centro de Matemática da Universidade do Porto, Porto (Portogallo).
- *Seminario "Analisi Numerica e Ottimizzazione"*, 22 marzo 2017, Centro de Matemática da Universidade de Coimbra, Coimbra (Portogallo).
- *Seminario*, 13 febbraio 2014, Dipartimento di Fisica, Università di Roma II "Tor Vergata", Roma.
- *Seminario*, 21 novembre 2013, Institut de Recherche sur les Phénomènes Hors Équilibre, Aix-Marseille Université, Marseille (Francia).
- *Seminario* ITC, 20 giugno 2013, Laboratoire de Mécanique Modélisation et Procédés Propres, École Centrale de Marseille & Institut Méditerranéen de Technologie, Marseille (Francia).
- *Seminario* SMOCS, 18 dicembre 2012, Institut de Mathématiques et de Modélisation de Montpellier, Université Montpellier 2, Montpellier (Francia).
- *Seminario* GTCS, 20 marzo 2012, Institut de Mathématiques et de Modélisation de Montpellier, Université Montpellier 2, Montpellier (Francia).

- *Seminario* ER1-FCI, 2 febbraio 2012, Laboratoire de Mécanique de Lille, École Centrale de Lille, Lille (Francia).
- *Seminario* ACSIOM, 13 dicembre 2011, Institut de Mathématiques et de Modélisation de Montpellier, Université Montpellier 2, Montpellier (Francia).
- *Seminario* LEPFM, 14 luglio 2011, Dipartimento di Energetica e Macchine, Università di Udine, Udine.
- *Seminario* DAH, 4 novembre 2010, Laboratoire de Mécanique des Fluides, École Centrale de Nantes, Nantes (Francia).
- *Seminario PhyStat*, 9 febbraio 2010, Laboratoire de Physique Théorique, Université Paul Sabatier, Toulouse (Francia).
- *Seminario* GEP, 9 ottobre 2009, Institut Universitaire des Systèmes Thermiques Industriels, Polytech'Marseille, Marseille (Francia).
- *Seminario* FLUBIO, 14 settembre 2009, Dipartimento di Ingegneria delle Costruzioni, dell'Ambiente e del Territorio, Università di Genova, Genova.
- *Gruppo di Fisica dell'Atmosfera e dell'Oceano*, 11 settembre 2009 & 23 gennaio 2009 & 7 gennaio 2008 & 31 agosto 2007 & 22 dicembre 2006 & 23 settembre 2005, Dipartimento di Fisica, Università di Genova, Genova.
- *Seminario* EEC, 23 aprile 2009, Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse, Institut National Polytechnique de Toulouse, Toulouse (Francia).
- *Rencontres Niçoises de Mécanique des Fluides*, 26 gennaio 2009, Observatoire de la Côte d'Azur, Nice (Francia).
- *Thermo-Fluids group*, 3 ottobre 2008 & 30 novembre 2007, Department of Mechanical Engineering, Johns Hopkins University, Baltimore (Maryland, Stati Uniti).
- *Chapman Fellowships interview*, 20 febbraio 2008, Department of Mathematics, Imperial College, London (Regno Unito).
- ITR *Turbulence group*, 27 settembre 2007, Department of Physics, Johns Hopkins University, Baltimore (Maryland, Stati Uniti).
- *Fluid Dynamics group*, 16 agosto 2007, Department of Physics of Complex Systems, Weizmann Institute of Science, Rehovot (Israele).
- *Fluid Mechanics group*, 16 maggio 2007, Department of Aeronautics, Imperial College, London (Regno Unito).
- *Corso di Dottorato*, 18 maggio 2006, Dipartimento di Fisica, Università di Genova, Genova.

Partecipazioni come relatore a convegni (36)

Convegni internazionali

- 17° EuroMech *European Turbulence Conference*, 3–6 settembre 2019, Torino.
- WNA2019 *Workshop on Numerical Analysis*, 15 luglio 2019, Porto (Portogallo), in qualità di relatore invitato.
- 4° *International Conference on Numerical and Symbolic Computation: Developments and Applications*, 11–12 aprile 2019, Porto (Portogallo).
- 9° *Turbulence, Heat and Mass Transfer Conference*, 10–13 luglio 2018, Rio de Janeiro (Brasile).
- *Flowing Matter* (COST *Action*), 5–9 febbraio 2018, Lisboa (Portogallo).
- WOPA2017 *Workshop on Orthogonal Polynomials and Applications*, 5 settembre 2017, Porto (Portogallo), in qualità di relatore invitato.
- 16° EuroMech *European Turbulence Conference*, 21–24 agosto 2017, Stockholm (Svezia).
- *Flowing Matter* (COST *Action*), 23–27 gennaio 2017, Porto (Portogallo).
- 15° EuroMech *European Turbulence Conference*, 25–28 agosto 2015, Delft (Olanda).
- 67° APS–DFD *Meeting*, 23–25 novembre 2014, San Francisco (California, Stati Uniti).
- 14° EuroMech *European Turbulence Conference*, 1–4 settembre 2013, Lyon (Francia).
- *Conference on Particles in Turbulence* COST *Action*, 1–5 luglio 2013, Eindhoven University of Technology, Eindhoven (Olanda).
- *Workshop on Particles in Turbulence* COST *Action*, 14–16 maggio 2012, Lorentz Center, Leiden (Olanda).
- 13° EuroMech *European Turbulence Conference*, 12–15 settembre 2011, Warszawa (Polonia).
- 63° APS–DFD *Meeting*, 21–23 novembre 2010, Long Beach (California, Stati Uniti).
- *International School on Fluctuations and Turbulence in the Microphysics and Dynamics of Clouds*, 2–10 settembre 2010, Porquerolles (Francia).
- *Workshop on Modeling — Particles in Turbulence* COST *Action*, 2–4 dicembre 2009, Observatoire de la Côte d'Azur, Nice (Francia).
- 2° FERMaT–IMPACT *Meeting*, 13–16 ottobre 2009, Twente University, Enschede (Olanda).

- 12° EuroMech *European Turbulence Conference*, 7–10 settembre 2009, Marburg (Germania).
- Conferenza ICNPAA *Mathematical Problems in Engineering, Aerospace and Sciences* (2 presentazioni), 25–27 giugno 2008, Genova.
- APS *March Meeting*, 10–14 marzo 2008, New Orleans (Louisiana, Stati Uniti).
- Conferenza *StatPhys 23*, 9–13 luglio 2007, Genova.
- 11° EuroMech *European Turbulence Conference* (2 presentazioni), 25–28 giugno 2007, Porto (Portogallo).
- Conferenza *Mathematical Modeling and Computational Physics*, 28 agosto–1 settembre 2006, Tatranská Štrba (Slovacchia), in qualità di relatore plenario.
- Simposio *Non-equilibrium statistical mechanics and turbulence*, 15–21 luglio 2006, Warwick University, Coventry (Regno Unito).
- Simposio dei *network* UE *Fluid Mechanical Stirring and Mixing: the Lagrangian Approach* e *Physics of Nonequilibrium and Complex Systems*, 12–17 febbraio 2006, Weizmann Institute of Science, Rehovot (Israele).
- iTi *Conference on Turbulence*, 25–28 settembre 2005, Bad Zwischenahn (Germania).
- Simposio del *network* UE *Fluid Mechanical Stirring and Mixing: the Lagrangian Approach*, 10–11 giugno 2005, Torino.
- *Incontro annuale per il progetto* PICS delle Università di Genova, Nice e Torino, 17–18 febbraio 2005, Acceglio, Cuneo.
- Simposio dei *network* UE *Fluid Mechanical Stirring and Mixing: the Lagrangian Approach* e *Nonideal Turbulence*, 11–15 ottobre 2004, Nice (Francia).
- Simposio *Lagrangian problems in turbulence*, 27–28 giugno 2003, Roma.

Convegni nazionali

- *Encontro Nacional da Sociedade Portuguesa de Matemática*, 11–13 luglio 2016, Barreiro (Portogallo).
- GDR *Turbulence* CNRS, 31 maggio–2 giugno 2010, Rouen (Francia).
- *Convegno annuale nazionale informale di Fisica Teorica* INFN, 25–28 maggio 2005, Cortona, Arezzo.

Arbitraggio per riviste internazionali (68+2)

Dal 2006, *referee* delle riviste scientifiche internazionali *Journal of Turbulence*, *Journal of Mathematical Physics*, *Physical Review* E, IMA *Journal of Applied Mathematics*, *Europhysics Letters*, *Physical Review Letters*, *Physica* D, *Physics of Fluids*, *Meccanica*, *Symmetry*, *Fluids*, *Energies*, *International Journal of Multiphase Flow*, *Journal of Fluid Mechanics*, *Physical Review Research*, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, *Journal of Nonlinear Science*, *Physical Review Applied*, *Sensors*, *Mathematics*, *Journal of Dermatology and Skin Science*, *Minerals*, *Processes*, *Electronics*, *Inventions*, *Physchem*, *Microfluidics and Nanofluidics*, *Lubricants*, *Fractal and Fractional*, *Axioms*, *Sustainability*, *Algorithms*, *Applied Sciences*, *Journal of Marine Science and Engineering*, *Photonics*, *Water*, *Computation*, *AppliedMath*, *Micromachines*, *Information*, *Magnetochemistry*, *Contemporary Mathematics*, *Machines*, *Entropy*, *Actuators*, *Applied System Innovation*, *Molecular & Cellular Biomechanics*, *Annals of Mathematics and Physics*, *Big Data and Cognitive Computing*, *Modern Mathematical Physics*, *Meteorology*, *Atmosphere*, *IgMin Research*, *Aerospace*, *Modelling*, *Journal of Nuclear Engineering*, *Mathematical and Computational Applications*, *Astronautics*, *Dynamics*, *ChemEngineering*, *Journal of Electronics and Electrical Engineering*, *Computer Sciences & Mathematics Forum*, *International Journal of Energy Research*, *Annals of Psychiatry and Treatment*, *Energy Engineering*, *Journal of Vibration Engineering & Technologies*, *Nanomaterials* e *Fluid Dynamics & Materials Processings*. Inoltre, revisore alla pari per le conferenze internazionali: 2020 European Control Conference & 2024 63rd IEEE Conference on Decision and Control.

Attività editoriale

Guest Editor (con Sílvio Gama) del numero speciale "Multiscale Turbulent Transport" della rivista *Fluids* pubblicata da MDPI (2018–2019) e del libro omonimo (2020).

Progetti assegnatari fondi: redazione\adesione

- Progetto MAGIC ("Multi-Agent Control and Estimation for Multi-Horizon Goals Conciliation") finanziato dalla *Fundação para a Ciência e a Tecnologia* dal 2017 nell'ambito *Projetos de Investigação Científica e Desenvolvimento Tecnológico* COMPETE 2020

- Contributi per l'addestramento di ricercatori presso centri di ricerca di alta qualificazione all'estero erogati dall'Università degli Studi di Genova nel 2004

Partecipazione a giurie di tesi

Doutoramento di Teresa Daniela Batista de Jesus Grilo, DM-FCUP (21 dicembre 2018)

Supervisione di Dottorandi

Codirettore delle tesi dottorali di Gil Miguel Marques e di Tarikul Islam (CMUP, 2022–)

Lingue

- italiano, inglese (TOEFL), francese, portoghese, genovese, latino

Competenze informatiche

- ECDL: Microsoft Office e Windows
- Buona padronanza dei linguaggi FORTRAN e LaTeX e degli strumenti Matlab, Mathematica, Maple, Gnuplot, Paraview, Gambit, Freefem++ e Simcenter Testlab
- Nozioni di HTML, Assembler, DOS, Basic, Pascal, Lotus, C, OrCAD, LabVIEW, R, Maxima, Octave, Python e Ansys Fluent

Abilitazioni

- Qualifica alle funzioni di *Maître de Conférences* in Francia
- Abilitazione Scientifica Nazionale per Professore di Seconda Fascia dal 29\3\2018 (settore concorsuale 09/A1)

Altre esperienze

- Partecipante a sei scuole scientifiche accademiche fra 2003 e 2012
- Qualificato alle finali nazionali delle Olimpiadi di Matematica (3 edizioni), di Fisica e di Chimica
- Selezionato dalla "Scuola Normale Superiore" di Pisa per la partecipazione a una settimana di corsi di orientamento pre-universitarî
- Scrutatore di seggio elettorale
- Donatore di sangue FIDAS
- Collaboratore nell'ambito della parrocchia cattolica
- Possessore di patente di guida B
- Moderatore in due sessioni di una conferenza internazionale, in un seminario e in un incontro locale
- Animatore di due gruppi di lavoro (*Lattice-Boltzmann Method* e *Fluid–Structure Interaction*) fra 2011 e 2013

Elenco sintetico delle pubblicazioni scientifiche

(Si rimanda all'appendice per l'elenco dettagliato)

Articoli su riviste internazionali a comitato di lettura

n. 31 (più 1 sottomesso, 2 in preparazione e 2 pubblicati su archivi in rete)

Comunicazioni in atti di convegni internazionali

n. 13 (oltre a 16 contributi apparsi in bollettini di *abstracts* di convegni senza pubblicazione di *proceedings*, e a 2 poster presentati in occasione di scuole)

Capitoli di libri

n. 2 (in aggiunta a una traduzione)

Saggi

n. 1

Editoriali

n. 1

Libri: edizione e contribuzione

n. 1

Breve descrizione della mia attività di ricerca[1]

Prima di iniziare il mio attuale lavoro di analisi diagnostica di generatori/motori elettrici ad alta velocità con particolare riguardo ai compressori [28,X,XI, XII,XII], e di recupero di energia dal moto ondoso tramite sistemi a masse mobili (solide o liquide) su imbarcazioni, la mia attività di ricerca era incardinata sullo studio, analitico e numerico, della turbolenza nei fluidi e del suo effetto sul trasporto di particelle e sui sistemi biologici. Ho sviluppato e analizzato modelli matematici per lo studio di flussi turbolenti e delle proprietà di trasporto, e li ho verificati ed estesi per mezzo di simulazioni numeriche al calcolatore.

Dispersione e mescolamento di traccianti: Large-Eddy Simulation, disomogeneità e correlazione

Durante la mia tesi di Laurea e la prima parte del Dottorato, mi sono focalizzato sulle proprietà statistiche delle grandi scale in turbolenza. In particolare, ho sviluppato dai principi primi diversi modelli di chiusura nell'ambito della *Large-Eddy Simulation* di campi scalari passivi [1,I,II,6]. Ho modellizzato il campo di velocità come processo stocastico gaussiano, invariante di scala e a brevissima correlazione temporale. Tale scelta è un compromesso tra

[1] la bibliografia fra parentesi quadre fa riferimento all'elenco delle mie pubblicazioni in appendice

la necessità di catturare alcuni aspetti fondamentali che caratterizzano la turbolenza sviluppata in un fluido (per esempio l'invarianza di scala che implica la ben nota legge dei 5/3) e la possibilità di trattare analiticamente il problema. Ho ottenuto un'equazione chiusa per la correlazione a due punti (spazialmente separati ma a tempi uguali) del tracciante filtrato a grande scala, superando così il ben noto problema di chiusura dovuto alla presenza del termine avvettivo (moltiplicativo). Tale approccio ha reso disponibile un'espressione analitica del coefficiente di diffusione efficace: questo risultato rappresenta il primo esempio di situazione in cui si è potuto trovare tale coefficiente *a priori* (in termini di proprietà globali del flusso) anziché empiricamente *a posteriori*. Successivamente ho migliorato questa chiusura a diffusività efficace costante tenendo conto, nel termine di flusso di sottogriglia, anche della forma esplicita del campo di velocità; nel caso limite in cui quest'ultimo possiede tempo di correlazione brevissimo, ho dimostrato che questa procedura riduce considerevolmente l'errore associato allo schema di chiusura. In altre parole, mentre la prima chiusura rappresenta una descrizione omogenea e un limite asintotico valido per lunghezze di filtraggio molto minori della separazione spaziale sotto esame, la seconda è in grado di descrivere eventuali disomogeneità e cattura anche le correzioni in gioco quando le due suddette scale sono paragonabili. Nei problemi applicativi, in cui evidentemente si ha accesso solo ai campi filtrati e non esiste una controparte "esatta" che funga da termine di paragone, questo metodo consente di descrivere la dinamica turbolenta a grande scala senza introdurre ipotesi aggiuntive *ad hoc*.

Al termine di questo studio finalizzato allo sviluppo di strategie di *Large-Eddy Simulation*, sono entrato nell'ottica di utilizzare queste ultime come mezzo per fornire accurate previsioni statistiche sui campi di velocità e temperatura, a numeri di Reynolds molto più elevati delle corrispondenti *Direct Numerical Simulations*. Quale esempio di applicazione a situazioni con diversi gradi di convezione, ho eseguito simulazioni numeriche dello strato limite atmosferico [4]. Nell'approssimazione di Boussinesq, ho studiato le proprietà statistiche del campo termico, in particolare la possibile comparsa di intermittenza e leggi di scala anomale legate alla formazione di fronti e pennacchi termici. Ho mostrato numericamente che l'andamento della temperatura può essere rappresentato tramite una statistica bifrattale, una proprietà promettente per quanto riguarda la possibilità di estendere le chiusure di tipo "interpolazione multifrattale" ai campi scalari.

A partire dal mio secondo anno di Dottorato, ho concentrato la mia attenzione sul problema di mescolamento e dispersione di un tracciante emesso da sorgenti disomogenee [2,III,IV,7]. La presenza di un termine di forzante disomogeneo, e in generale anisotropo, nell'equazione di avvezione–diffusione conduce a una fenomenologia molto più ricca rispetto al corrispondente caso omogeneo e isotropo. Un aspetto fondamentale per la comprensione del trasporto turbolento riguarda il possibile ripristino dell'omogeneità a piccola scala, a causa della struttura caotica della cascata turbolenta. In presenza di una sorgente puntiforme di tracciante e di un flusso incomprimibile e a brevissima correlazione temporale, ho dimostrato analiticamente che alle piccole scale avviene un ripristino solamente parziale dell'omogeneità: infatti, la statistica a tali scale contiene diverse tracce delle proprietà specifiche della

sorgente ed è quindi non universale. Ho ottenuto questi risultati studiando la decomposizione in armoniche sferiche della trasformata di Fourier della correlazione del tracciante. Evidentemente, questa conclusione suggerisce che l'eventuale applicazione di una strategia di *Large-Eddy Simulation* basata su una chiusura a diffusività efficace costante (per definizione omogenea) non è in questo caso sufficiente, il che sottolinea la rilevanza di un approccio che tenga conto della disomogeneità come quello già citato e da me ricavato.

Fra i temi affrontati durante il mio ultimo post-doc presso il *Centro de Matemática da Universidade do Porto* (Portogallo), cito [19,VIII] lo studio del ruolo del tempo di correlazione del flusso nel determinare la diffusività efficace di particelle fluide, e dell'interferenza fra i fenomeni di campo medio, diffusività molecolare ed elicità.

Statistica del campo di velocità e del tensore gradiente; separazione e controllo su profili aerodinamici; vortici puntiformi

La legge dei 4/5 di Kolmogorov rappresenta uno dei pochissimi risultati esatti in turbolenza. Essa stabilisce che per grandi numeri di Reynolds il momento terzo degli incrementi longitudinali di velocità è proporzionale alla separazione. Tale legge può anche essere derivata nell'ambito della teoria multifrattale della turbolenza; tuttavia, applicando il metodo del punto sella in modo ingenuo, si ottengono correzioni logaritmiche incompatibili con l'esattezza della suddetta legge. Applicando la teoria delle grandi deviazioni e analizzando il modello moltiplicativo per la cascata turbolenta, ho mostrato che tali logaritmi rappresentano un artefatto, che è assente se si segue una procedura rigorosa [5].

Ho dedicato la mia attività di ricerca post-doc presso il *Weizmann Institute of Science* (Rehovot, Israele) allo studio della dinamica della separazione tra coppie di particelle fluide in flussi turbolenti, per distanze minori della scala viscosa (il cosiddetto regime di Batchelor). Ho modellizzato il gradiente di velocità tramite un segnale casuale, più precisamente un rumore a telegrafo; il tempo di correlazione del flusso ha quindi un valore finito. Ho calcolato analiticamente i momenti della distanza interparticellare, l'esponente di Lyapunov (tasso medio di crescita logaritmica) e la funzione di Cramér (equivalente all'entropia) [8,i]. Ho anche dimostrato che quest'ultima soddisfa la relazione di fluttuazione–dissipazione di Gallavotti–Cohen nonostante l'irreversibilità temporale del caso in questione.

Durante il mio post-doc alla *Johns Hopkins University* (Baltimore, Maryland, Stati Uniti), ho studiato la dinamica lagrangiana del tensore gradiente di velocità in flussi turbolenti incomprimibili [11], per mezzo di calcoli analitici e di simulazioni numeriche. Il mio lavoro è basato sulla chiusura cosiddetta di "deformazione fluida recente", che utilizza l'esponenziale matriciale del gradiente e riesce a sopprimere la divergenza a tempi finiti del classico modello di "Eulero ristretto". Tuttavia, tale chiusura descrive il corretto comportamento fisico solo per numeri di Reynolds piccoli o intermedi. Per ottenere una miglior comprensione di questa limitazione, ho dapprima analizzato il ruolo di ogni termine nell'equazione modello per la dinamica temporale del gra-

diente; in seguito ho sviluppato l'esponenziale matriciale in serie di potenze, ottenendo un sistema dinamico semplificato. Questo modello può essere pensato come a *shell* singola, perché tratta individualmente ogni evoluzione lagrangiana e parametrizza le interazioni con le traiettorie confinanti per mezzo di un rumore stocastico. Utilizzando diversi tipi di rumore, ho mostrato che la suddetta limitazione nel numero di Reynolds è dovuta all'incapacità del modello di descrivere il comportamento del gradiente in risposta a forzanti con tempi di correlazione differenti. La parte numerica del lavoro è consistita nella scrittura, verifica ed esecuzione di un codice numerico, con integrazione temporale di tipo Runge–Kutta del quart'ordine, applicazione del teorema di Cayley–Hamilton per la manipolazione dell'esponenziale matriciale e implementazione del processo di Ornstein–Uhlenbeck per ricavare un rumore correlato temporalmente da uno bianco. Problemi aperti, da affrontare in futuro, riguardano l'introduzione di un'appropriata versione a *shell* multiple del modello, e l'analisi degli esponenti di scala degli incrementi di velocità nel corrispondente sistema "δv trasportato".

Inoltre, nel corso del mio post-doc nell'*équipe Instabilité, Turbulence et Contrôle* del *Laboratoire de Mécanique, Modélisation et Procédés Propres* (Marseille, Francia), mi sono occupato — dal punto di vista sia teorico che numerico — dell'analisi di stabilità lineare e del controllo della separazione su un profilo aerodinamico: un gradino inclinato discendente. Con l'obiettivo di ridurre l'attrito dovuto al gradiente di pressione sfavorevole generato dalla bolla di ricircolo, ho analizzato la possibilità di introdurre un forzaggio parietale o volumico nella zona subito a monte dello scalino, ottimizzando il risultato in funzione dei parametri geometrici e fluidodinamici del problema [23].

Nell'attività di supervisione del Dottorato di G.M.Marques, in qualità di ricercatore del CMUP, ho analizzato un sistema di vortici puntiformi e sviluppato un algoritmo per calcolare ivi la traiettoria di particelle traccianti [25].

Fluidi complessi: polimeri, effetto dinamo, particelle inerziali, sospensioni biologiche, getti granulari, globuli rossi e nanofluidi

Un altro tema che ho affrontato analiticamente riguarda le soluzioni di polimeri, più precisamente la dinamica di singole molecole polimeriche in flussi turbolenti [3]. Ho utilizzato il modello FENE, nel quale il polimero viene descritto come un insieme di sfere puntiformi connesse da molle non lineari, e ho analizzato la statistica della separazione fra le estremità. In particolare, ho ricavato la forma stazionaria della sua densità di probabilità e il tempo caratteristico di rilassamento verso l'equilibrio. Questo tempo differisce dal corrispondente valore riscontrato in fluidi fermi ed è massimo quando la forza elastica e l'azione del gradiente di velocità hanno intensità paragonabili. Questo comportamento è associato alla ben nota transizione *coil–stretch* e la sua comprensione è cruciale per capire il fenomeno della riduzione dell'attrito o *drag reduction* (importantissimo per esempio per ridurre il numero di centrali di pompaggio nelle condotte petrolifere, mediante l'aggiunta di soluzioni polimeriche a bassa concentrazione). Faccio notare che questa transizione è strettamente legata all'effetto dinamo (deformazione di campi magnetici in fluidi conduttori) e che lo studio della turbolenza viscoelastica utilizza tec-

niche derivate dall'ambito della magnetoidrodinamica.
Proprio questo effetto e questo ambito appena menzionati costituiscono il soggetto di [24]. Nello scenario del modello di Kazantsev–Kraichnan per un flusso in generale irregolare e comprimibile, ho esteso alcuni risultati che in presenza di regolarità e incomprimibilità erano già conosciuti, e ho studiato il tasso di crescita della correlazione magnetica in funzione dell'esponente di rugosità, del grado di comprimibilità, della dimensione spaziale e dei numeri di Reynolds.
Metodi analoghi sono stati applicati allo studio di probabilità stazionaria e tempo di rottura di macromolecole o fibre [30], trasportate da flussi aleatori temporalmente rigeneranti o scorrelati, tenendo conto del fattore di forma, della viscosità interna, dell'elasticità e di comprimibilità e dimensione.

Negli ultimi anni ho intensificato la mia attività di ricerca sui problemi di trasporto e dispersione di particelle inerziali in flussi laminari o turbolenti.
Da un lato, ho studiato il comportamento della velocità terminale di sedimentazione delle particelle in flussi laminari incomprimibili, stazionari o periodici nel tempo e simmetrici o cellulari nello spazio [9,20,V]. Nel limite di bassa inerzia (o, in alternativa, di rapporto quasi unitario fra le densità di massa della particella e del fluido) ho calcolato analiticamente tale velocità asintotica in funzione di questi due parametri piccoli e di altre quantità quali gravità, diffusività browniana e proprietà spazio-temporali del flusso. Ho utilizzato tecniche matematiche come il metodo perturbativo a scale multiple e il formalismo di seconda quantizzazione. Ho anche eseguito simulazioni numeriche per studiare casi più generali (al di fuori cioè dei suddetti limiti perturbativi) e per verificare e ampliare i miei risultati teorici.
Nello stesso schema, ho analizzato la diffusività efficace delle particelle [13,21, VII], esaminando anche l'interferenza di diffusività browniana e gravità con gli altri meccanismi fisici in gioco, a seconda che la velocità di sedimentazione sia finita o infinitesima.
Dall'altro lato, ho esaminato sia la velocità terminale sia la diffusività efficace di particelle pesanti sotto l'azione prevalente della gravità, o analogamente di galleggianti trascinati da un forte vento costante sulla superficie dell'acqua, in presenza di flussi stocastici comprimibili [10,VI]. Mi sono focalizzato su casi in cui il problema può essere affrontato considerando l'effetto del flusso come una debole perturbazione rispetto alla traiettoria balistica rettilinea. Ho ottenuto diversi risultati analitici, in particolare in funzione del grado di comprimibilità, della dimensione spaziale e della possibile presenza di aree di ricircolo. Ho inoltre paragonato l'efficacia del trasporto balistico e diffusivo.
Quale ulteriore proprietà delle particelle inerziali, ho terminato anche lo studio della dispersione a partire da sorgenti localizzate nello spazio, per esempio una ciminiera che emette aerosol inquinanti in atmosfera [12,22,IX,0].
Per quanto concerne la deriva (*drift*) di Stokes per particelle inerziali, ho studiato [15,∅] il loro trasporto orizzontale e la variazione della loro velocità di sedimentazione verticale, generati da un movimento ondulatorio sulla superficie del fluido in cui esse sono immerse.
Ho altresì analizzato [17,18] la possibilità che determinate combinazioni delle proprietà delle particelle (come la massa aggiunta) e del flusso — in particolare la presenza di correlazioni spazio–temporali di lunga gittata e durata — possano causare il fenomeno della diffusione anomala.

Nel corso del mio post-doc nell'*équipe Particules, Spray et Combustion* presso l'*Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse* (Francia), ho studiato il ruolo della turbolenza nei sistemi biologici. Più precisamente, la mia attenzione si è concentrata sui bioreattori contenenti colture di batteri o funghi, in cui spesso si riscontrano problemi di rendimento e di dannosa comparsa di sottoprodotti nel passaggio dalla scala del laboratorio a quella industriale (per esempio per la produzione di lieviti). La causa è da ricercarsi nell'imperfetto mescolamento turbolento del nutriente, in quanto disomogeneità nella sua concentrazione hanno un doppio effetto sui microorganismi: da un lato, parte di essi tende a trovarsi in zone povere di zucchero; dall'altro, fluttuazioni notevoli di concentrazione attivano meccanismi biologici diversi che conducono a tassi di produzione differenti. In altri termini, i modelli classici che indicano il flusso di assorbimento del nutriente (e quindi il tasso di reazione) come funzione della sola concentrazione istantanea locale non sono affidabili, e il nostro obiettivo è di introdurne di più accurati che tengano conto dell'evoluzione temporale del microorganismo in zone a diversa concentrazione. Per ottenere la statistica di questa evoluzione ho utilizzato un codice già sviluppato dal mio laboratorio, i cui risultati fungeranno da dati di entrata per un altro programma numerico da me stesso sviluppato. Quest'ultimo consiste sostanzialmente nella risoluzione dell'equazione di diffusione tridimensionale in coordinate sferiche, con l'imposizione di un segnale variabile nel tempo (ottenuto appunto con l'approccio descritto in precedenza) come concentrazione *far-field* e di una condizione al contorno di Robin sull'interfaccia cellulare; tale condizione rappresenta un passaggio basculante nel tempo tra imposizione di condizioni di tipo Neumann, quando il flusso di assorbimento calcolato risultasse superiore a quello massimo teorico, e Dirichlet nel caso contrario [14].
Mi sono altresì occupato dell'analisi teorica di stabilità lineare di un getto granulare in caduta (si pensi a della materia granulare cadente da un foro posto sul fondo di un contenitore), per il quale si riscontrano problemi di instabilità e allargamento radiale, con conseguente dispersione di polveri spesso dannose — per motivi di salute o economici — a livello industriale [ii].

Il mio post-doc nell'*équipe Analyse, Calcul Scientifique Industriel et Optimisation de Montpellier* dell'*Institut de Mathématiques et de Modélisation de Montpellier* (Francia) era focalizzato sulla modellizzazione analitica e numerica del flusso dei globuli rossi, sia nella circolazione sanguinea sia soprattutto negli apparati artificiali di assistenza cardiovascolare e di analisi ematica. Questi ultimi consistono basilarmente in un orifizio attraverso cui vengono fatte fluire le sospensioni di particelle e nel quale vengono imposti campi elettromagnetici esterni, la cui variazione al momento del passaggio dei globuli dà informazioni su di essi (effetto Coulter). Da un lato, un approccio teorico prevedeva da parte mia lo studio di vescicole o capsule (membrane chiuse che contengono un fluido e sono immerse in un altro fluido), in particolare per quanto riguarda la loro tendenza a ripristinare la configurazione di equilibrio in seguito a una deformazione [16]. D'altro canto, da un punto di vista più computazionale, ho integrato e sviluppato un codice numerico atto a determinare non solo la traiettoria fluidodinamica di un globulo rosso negli orifizi suddetti, ma anche il campo elettrico in questo modo generato [00,00bis].

Infine, nell'attività di supervisione del Dottorato di T.Islam, in qualità di

membro integrato del CMUP, ho analizzato un problema di ottimizzazione prima geometrica e poi dinamica per il trasporto termico e di microorganismi chemotattici in un nanofluido fluente in un mezzo poroso e soggetto a diffusività browniana e campo magnetico [26,27,29,31].

Parole chiave della mia attività di ricerca

- Meccanica dei fluidi, dinamica lagrangiana ed euleriana
- Fisica teorica, nonlineare e statistica
- Turbolenza ideale e non ideale: comprimibilità, anisotropia, disomogeneità (sorgente puntiforme)
- *Large-Eddy Simulation*, *coarse graining*
- Metodo *lattice*-Boltzmann, interazione fluido–struttura
- Modelli di chiusura per il gradiente di velocità
- Metodi perturbativi multiscala, algoritmo di seconda quantizzazione
- Formalismo multifrattale, teoria delle grandi deviazioni
- Statistica di dispersione e mescolamento di traccianti
- Fluidi complessi: soluzioni di polimeri, sospensioni di particelle inerziali
- Proprietà di trasporto: velocità terminale, diffusività efficace
- Biofluidodinamica (microorganismi in bioreattori)
- Getti granulari in caduta, approccio mesoscopico, modello a due fluidi
- Globuli rossi, membrane biologiche (capsule, vescicole)
- Campo elettrostatico in flussi difasici
- Effetto dinamo magnetica cinematica turbolenta
- Analisi di stabilità e controllo del distacco su profili aerodinamici
- Vortici puntiformi bidimensionali, nanofluidi
- Stallo e pompaggio in compressori, recupero di energia da moto ondoso

Collaborazioni italiane e internazionali

La mia attività di ricerca si snoda attraverso una serie di collaborazioni italiane e internazionali, riportate qui di seguito.

Università di Genova

Con i miei Relatori delle tesi di Laurea e Dottorato, i Proff. Roberto Festa e in particolare Andrea Mazzino, ho proseguito una fruttuosa collaborazione, che si è focalizzata in particolare su due punti: la deduzione e l'applicazione (a situazioni di notevole interesse pratico, per esempio convettive) di modelli di *Large-Eddy Simulation*, e lo studio delle proprietà di trasporto di particelle inerziali in flussi laminari o turbolenti e della loro dispersione in presenza di emissioni localizzate nello spazio.

Università di Roma II - Tor Vergata

Ho in programma di riprendere la collaborazione con il Dott. Mauro Sbragaglia e il Prof. Luca Biferale relativamente ad alcuni aspetti rimasti aperti nel nostro studio di traccianti emessi da sorgenti spazialmente disomogenee.

Università di Cagliari

Con il Prof. Piero Olla ho approfondito l'influenza dei flussi stocastici sulla sedimentazione di particelle pesanti e sul trasporto di galleggianti, con particolare attenzione al grado di comprimibilità del flusso e alla presenza di aree di ricircolo.

Università di Torino

Collaboro con il gruppo del Prof. Guido Boffetta su tematiche quali onde e trasporto turbolento.

Università di Roma I - La Sapienza

Mantengo discussioni con il Prof. Angelo Vulpiani su problemi di diffusione standard o anomala di particelle traccianti o inerziali.

Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima (Lecce)

Con i Dott. Umberto Rizza e Guglielmo Lacorata ho collaborato sui temi menzionati nel paragrafo precedente e sulla *Large-Eddy Simulation*.

Università di Udine & Technische Universität Wien (Vienna, Austria)

Intendo avviare una collaborazione con il Prof. Alfredo Soldati e il Dott. Cristian Marchioli sul comportamento inerziale di plancton e fibre.

Abdus Salam International Center for Theoretical Physics (Trieste) & Institut Pasteur (Parigi, Francia)

La ricerca svolta con il Dott. Antonio Celani si snoda su problemi di trasporto e diffusione di particelle inerziali in flussi cellulari e, nell'ambito dell'esperienza francese, su processi di natura biologica.

Institut Universitaire des Systèmes Thermiques Industriels & Institut de Recherche sur les Phénomènes Hors Équilibre (Marsiglia, Francia)

Ho avviato la possibilità di un progetto di collaborazione analogo a quanto descritto nel punto precedente e relativo anche allo studio di fenomeni fuori dall'equilibrio, con i Proff. Elisabeth Guazzelli ed Emmanuel Villermaux.

Université de la Côte d'Azur (Nizza, Francia)

Con il Dott. Dario Vincenzi, del Laboratoire Jean-Alexandre Dieudonné, ho in passato studiato l'influenza di flussi turbolenti sul rilassamento di molecole polimeriche e alcuni aspetti della magnetoidrodinamica (per esempio l'effetto dinamo), e nel presente sto affrontando lo studio di fibre.

Institut Non-Linéaire de Nice & Observatoire de la Côte d'Azur (Nizza, Francia)

Grazie ai periodi di visita che vi ho effettuato durante il Dottorato, e a recenti partecipazioni a simposi o inviti a tenere seminari (legati a quanto menzionato nel paragrafo precedente), mantengo contatti vertenti su diversi aspetti della turbolenza con il Prof. Uriel Frisch e il Dott. Jérémie Bec.

Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse & Laboratoire d'Ingénierie des Systèmes Biologiques et des Procédés (Tolosa, Francia)

La mia attività post-doc, supervisionata dal Prof. Olivier Simonin, è stata basata anche sulla collaborazione con i Dott. Pascal Fede e Jérôme Morchain, affiliati alle due strutture suddette, che fanno capo rispettivamente a CNRS/INPT/UPS e all'INSA.

Laboratoire de Physique Théorique (Tolosa, Francia)

Durante il mio soggiorno post-dottorale tolosano ho avviato una collaborazione col gruppo PhyStat dell'Université Paul Sabatier (Toulouse III), con referenti il Prof. Clément Sire e il Dott. Pierre-Henri Chavanis, su temi riguardanti turbolenza e biofluidodinamica.

Laboratoire de Mécanique des Fluides (Nantes, Francia)

Ho esplorato la possibilità di instaurare un progetto di ricerca con il gruppo ("Dynamique de l'Atmosphère Habitée") diretto dalla Dott.ssa Isabelle Calmet, presso l'École Centrale de Nantes, riguardo l'impatto delle correnti turbolente e della dispersione atmosferica di inquinanti in ambito urbano.

Laboratoire de Mécanique de Lille (Lilla, Francia)

In questa struttura ho come referente il Dott. Enrico Calzavarini, esperto di problemi di trasporto di particelle inerziali in flussi turbolenti.

Institut de Mathématiques et de Modélisation de Montpellier & Laboratoire Charles Coulomb (Montpellier, Francia)

La mia attività post-doc, supervisionata dal Prof. Franck Nicoud, è stata basata anche sulla collaborazione con i Dott. Simon Mendez e Manouk Abkarian, affiliati alle due strutture suddette, che fanno capo a CNRS/UM2.

Laboratoire de Mécanique, Modélisation et Procédés Propres & Institut Méditerranéen de Technologie & Technopôle de Château-Gombert (Marsiglia, Francia)

Durante il mio post-doc, supervisionato dal Dott. Eric Serre, ho collaborato con il Dott. Philippe Meliga, affiliato a CNRS/AMU/ECM.

Imperial College (Londra, Regno Unito)

Con il Dott. Grigorios Pavliotis mantengo contatti legati all'applicazione dei metodi perturbativi a scale multiple sull'azione da parte di flussi periodici nei confronti della distribuzione di particelle inerziali.

Johns Hopkins University (Baltimora, Maryland, Stati Uniti)

La ricerca, centrata sullo studio di modelli minimali di turbolenza con l'obiettivo di catturare i meccanismi alla base delle fluttuazioni intermittenti, sussiste col Prof. Charles Meneveau, supervisore del mio precedente post-doc.

Weizmann Institute of Science (Rehovot, Israele)

La collaborazione ha quale interlocutore principale il Prof. Gregory Falkovich, supervisore della mia attività di post-doc ivi, e verte sullo studio delle proprietà statistiche della separazione tra particelle fluide in flussi turbolenti.

University of Helsinki (Finlandia)

Collaboro attualmente col Dott. Paolo Muratore-Ginanneschi (Department of Mathematics and Statistics) sull'analisi teorica della dinamica di particelle inerziali in flussi periodici o paralleli.

Universidade do Porto (Portogallo)

La mia più recente attività risulta interdisciplinare fra il "Departamento de Matemática" e la "Faculdade de Engenharia", dove i miei referenti sono i Proff. Fernando Lobo Pereira e António Pedro Aguiar e il Dott. Roman Chertovskih.

Institute of Earthquake Prediction Theory and Mathematical Geophysics, Russian Academy of Sciences (Mosca, Russia)

Approfittando della loro visita di lunga durata nel mio istituto portoghese, ho instaurato una collaborazione coi Dott. Vladislav Zheligovsky e Olga Podvigina concernente la magnetoidrodinamica.

Instituto de Matemática Pura e Aplicada (Rio de Janeiro, Brasile)

Ho visitato il gruppo del Prof. Alexei Mailybaev discutendo di applicazioni matematiche in fluidodinamica.

SIT Technologies S.R.L. & TechCom S.R.L. (Genova)

Collaboro coi Dott. Federico Reggio, Carlo Carraro, Marco Picollo e Federico Ceccarelli sul progetto *Compressor e-Doctor*.

Carrier Corporation (East Syracuse, New York, Stati Uniti)

La mia attività di ricerca sulle instabilità nei compressori è basata sulla collaborazione coi Dott. Vishnu Sishtla e Chaitanya Halbe.

Baker Hughes – Nuovo Pignone (Firenze)

Collaborazione con diversi membri su instabilità nei compressori.

Fincantieri (Genova)

Il progetto PNS OPTIMUS (Segretariato Generale Difesa \ DNA) è supervisionato dai Dott. Domenico Pecoriello e Giada Bianchi, e prevede collaborazioni con Graal Tech, Ecodrone, Caponnetto-Hueber, EveryBotics, UniCas, SMLab, PoliTo, UniTS.

University of Łódź (Polonia)

Approfittando della visita di lunga durata nella mia università genovese del loro dottorando Muhammad Zahid, ho instaurato una collaborazione coi Proff. Grzegorz Liśkiewicz e Piotr Korbel concernente l'entropia approssimata.

Appendice: elenco dettagliato delle pubblicazioni scientifiche

Articoli su riviste internazionali a comitato di lettura

[31] *Random forest and XGBoost network learning on Darcy–Forchheimer magnetobioconvection and entropy generation in a ferrofluid-filled porous wavy enclosure*
T. Islam, S. Gama e **M. Martins Afonso**
Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, pp. 1-34 (8\)(2026)

[30] *Stretching and breaking of particles in compressible random flows*
D. Roy, **M. Martins Afonso**, J.R. Picardo e D. Vincenzi
Journal of Fluid Mechanics **1040**, n. A2, pp. 1-27 (2026)

[29] *Thermal Optimization of Magneto-Nanofluid Convection in Wavy Circular Enclosure Using Response Surface Method*
T. Islam, **M. Martins Afonso** e S. Gama
AppliedMath **6** (6), n. 96, pp. 1-28 (2026)

[28] *Experimental Investigation on the Dynamic Response of a Vaned Diffuser Compressor in Innovative Heat-Pump Systems*
P. Silvestri, **M. Martins Afonso**, C.A. Niccolini Marmont du Haut Champ, F. Reggio, A. Traverso e C. Halbe
Journal of Engineering for Gas Turbines and Power **148** (2), n. 021017, pp. 1–13 (2026)

[27] *Advanced machine learning analysis of bioconvection in nanofluid with oxytactic microorganisms in a porous wavy enclosure under inclined periodic magnetic effects*
T. Islam, S. Gama e **M. Martins Afonso**
Physics of Fluids **37** (8), n. 082070, pp. 1–34 (2025)

[26] *Artificial Neural Network and Response Surface Methodology-Driven Optimization of Cu-Al_2O_3/Water Hybrid Nanofluid Flow in a Wavy Enclosure with Inclined Periodic MHD Effects*
T. Islam, S. Gama e **M. Martins Afonso**
Mathematics **13** (1), n. 78, pp. 1–44 (2024)

[25] *Tracking Point Vortices and Circulations via Advected Passive Particles: An Estimation Approach*
G. Marques, **M. Martins Afonso** e S. Gama
IEEE *Control Systems Letters* **7**, 1760–1765 (2023)

[24] *Kazantsev dynamo in turbulent compressible flows*
M. Martins Afonso, D. Mitra e D. Vincenzi
Proceedings of the Royal Society A **475** (2223), n. 20180591, pp. 1–17 (2019)

[23] *Optimal transient growth in an incompressible flow past a backward-slanted step*
M. Martins Afonso, P. Meliga ed E. Serre
Fluids **4** (1), n. 33, pp. 1–16 (2019)

[22] *Point-source dispersion of quasi-neutrally-buoyant inertial particles*
M. Martins Afonso e S.M.A. Gama
European Physical Journal E **42** (1), n. 10, pp. 1–8 (2019)

[21] *Eddy diffusivity of quasi-neutrally-buoyant inertial particles*
M. Martins Afonso, P. Muratore-Ginanneschi, S.M.A. Gama e A. Mazzino
Physical Review Fluids **3** (4), n. 044501, pp. 1–21 (2018)

[20] *Settling velocity of quasi-neutrally-buoyant inertial particles*
M. Martins Afonso e S.M.A. Gama
Comptes Rendus Mécanique **346** (2), 121–131 (2017)

[19] *Combined role of molecular diffusion, mean streaming and helicity in the eddy diffusivity of short-correlated random flows*
M. Martins Afonso, A. Mazzino e S. Gama
Journal of Statistical Mechanics, 103205, pp. 1–17 (10\)(2016)

[18] *Anomalous diffusion of inertial particles in random parallel flows: theory and numerics face to face*

S. Boi, **M. Martins Afonso** e A. Mazzino
Journal of Statistical Mechanics, P10023, pp. 1–21 (10\)(2015)

[17] *Anomalous diffusion for inertial particles under gravity in parallel flows*
M. Martins Afonso
Physical Review E **89** (6), n. 063021, pp. 1–8 (2014)

[16] *On the damped oscillations of an elastic quasi-circular membrane in a two-dimensional incompressible fluid*
M. Martins Afonso, S. Mendez e F. Nicoud
Journal of Fluid Mechanics **746**, 300–331 (2014)

[15] *Stokes drift for inertial particles transported by water waves*
F. Santamaria, G. Boffetta, **M. Martins Afonso**, A. Mazzino, M. Onorato e D. Pugliese
Europhysics Letters **102** (1), n. 14003, pp. 1–5 (2013)

[14] *Numerical study of substrate assimilation by a microorganism exposed to fluctuating concentration*
M. Linkès, **M. Martins Afonso**, P. Fede, J. Morchain e P. Schmitz
Chemical Engineering Science **81**, 8–19 (2012)

[13] *Eddy diffusivities of inertial particles under gravity*
M. Martins Afonso, A. Mazzino e P. Muratore-Ginanneschi
Journal of Fluid Mechanics **694**, 426–463 (2012)

[12] *Point-source inertial particle dispersion*
M. Martins Afonso e A. Mazzino
Geophysical and Astrophysical Fluid Dynamics **105** (6), 553–565 (2011)

[11] *Recent Fluid Deformation closure for velocity gradient tensor dynamics in turbulence: time-scale effects and expansions*
M. Martins Afonso e C. Meneveau
Physica D **239**, 1241–1250 (2010)

[10] *Renormalized transport of inertial particles in surface flows*
M. Martins Afonso, A. Mazzino e P. Olla
Journal of Physics A **42** (27), n. 275502, pp. 1–18 (2009)

[9] *The terminal velocity of sedimenting particles in a flowing fluid*
M. Martins Afonso
Journal of Physics A **41** (38), n. 385501, pp. 1–15 (2008)

[8] *Fluid-particle separation in a random flow described by the telegraph model*
G. Falkovich e **M. Martins Afonso**
Physical Review E **76** (2), n. 026312, pp. 1–5 (2007)

[7] *Point-source scalar turbulence*
A. Celani, **M. Martins Afonso** e A. Mazzino
Journal of Fluid Mechanics **583**, 189–198 (2007)

[6] *Coarse-grained description of a passive scalar*
A. Celani, **M. Martins Afonso** e A. Mazzino
Journal of Turbulence **7**, n. 52, pp. 1–18 (2006)

[5] *Does multifractal theory of turbulence have logarithms in the scaling relations?*
U. Frisch, **M. Martins Afonso**, A. Mazzino e V. Yakhot
Journal of Fluid Mechanics **542**, 97–103 (2005)

[4] *Structure of temperature fluctuations in turbulent convective boundary layers*
M. Antonelli, **M. Martins Afonso**, A. Mazzino e U. Rizza
Journal of Turbulence **6**, n. 35, pp. 1–34 (2005)

[3] *Nonlinear elastic polymers in random flows*
M. Martins Afonso e D. Vincenzi
Journal of Fluid Mechanics **540**, 99–108 (2005)

[2] *Inhomogeneous anisotropic passive scalars*
M. Martins Afonso e M. Sbragaglia
Journal of Turbulence **6**, n. 10, pp. 1–13 (2005)

[1] *Large-eddy-simulation closures of passive scalar turbulence: a systematic approach*
M. Martins Afonso, A. Celani, R. Festa e A. Mazzino
Journal of Fluid Mechanics **496**, 355–364 (2003)

Comunicazioni in resoconti di convegni internazionali

[XIII] *Non-Intrusive Load Monitoring of a Two-Stage Dynamic Compressor in a Heat Pump*
P. Silvestri, **M. Martins Afonso**, L. Mantelli, F. Reggio, A. Traverso e V. Sishtla
In stampa su: *Proceedings of the 2026* ASME *International Mechanical Engineering Congress and Exposition*, 8–12 novembre 2026, Vancouver, BC (Canada); GT2025-151820, pp. 1-15

[XII] *Compressor Surge Identification in a Refrigerant Closed-Loop System by Means of Approximate-Entropy Estimation*
M. Zahid, **M. Martins Afonso**, G. Liskiewicz, P. Korbel, P. Silvestri, A. Traverso e V. Sishtla
In: *Proceedings of the 2026* ASME *Turbo Expo Conference*, 15–19 giugno 2026, Milano; GT2026-177945, pp. 1-14

[XI] *Instability Detection of a Two-Stage E-Driven Dynamic Compressor in an Industrial-Size Heat-Pump Loop*
P. Silvestri, **M. Martins Afonso**, C.A. Niccolini Marmont Du Haut Champ, F. Reggio, A. Traverso e V. Sishtla
In: *Proceedings of the 2026* ASME *Turbo Expo Conference*, 15–19 giugno 2026, Milano; GT2026-176515, pp. 1-14

[X] *Experimental investigation on the dynamic response of a vaned diffuser compressor in innovative heat-pump systems*
P. Silvestri, **M. Martins Afonso**, C.A. Niccolini Marmont Du Haut Champ, F. Reggio, A. Traverso e C. Halbe
In: *Proceedings of the 2025* ASME *Turbo Expo Conference*, 16–20 giugno 2025, Memphis, TN (Stati Uniti); GT2025-151820, V004T06A003, pp. 1-14

[IX] *Application of multidimensional Hermite polynomials to fluid mechanics*
M. Martins Afonso e S.M.A. Gama
In: *Proceedings of SymComp2019* (ECCOMAS), 11–12 aprile 2019, Porto (Portogallo) (editori: Maria Amélia Loja, Joaquim Infante Barbosa, José Alberto Rodrigues e Paulo B. Vasconcelos), pp. 337–342, APMTAC

[VIII] *Eddy diffusivity of short-correlated random flows: helicity, molecular-diffusion & mean-streaming effects*
M. Martins Afonso, S.M.A. Gama e A. Mazzino
In: *Proceedings of the 9th Turbulence, Heat and Mass Transfer Conference* (ICHMT), 10–13 luglio 2018, Rio de Janeiro (Brasile) (editori: A.P. Silva Freire, K. Hamjalić, K. Suga, D. Borello e M. Hadžiabdić), pp. 175–178 (stampato) & 141–152 (elettronico), Begell House, Danbury, CT (Stati Uniti)

[VII] *Inertial-particle dispersion and diffusion*
M. Martins Afonso, A. Mazzino e P. Muratore-Ginanneschi
In: *Advances in Turbulence XIII*, Proceedings of the 13th EUROMECH European Turbulence Conference, 12–15 settembre 2011, Warszawa (Polonia); *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 318, n. 052014, pp. 1–4

[VI] *Renormalized transport of inertial particles*
M. Martins Afonso, A. Celani, A. Mazzino e P. Olla
In: *Advances in Turbulence XII*, Proceedings of the 12th EUROMECH European Turbulence Conference, Marburg (Germania), 7–10 settembre 2009 (editore: B. Eckhardt), Springer Proceedings in Physics, vol. 132, pp. 505–508, Springer, Heidelberg (Germania)

[V] *Settling velocity of inertial particles*
A. Celani, **M. Martins Afonso** e A. Mazzino
In: *Advances in Turbulence XI*, Proceedings of the 11th EUROMECH European Turbulence Conference, Porto (Portogallo), 25–28 giugno 2007 (editori: J.M.L.M. Palma e A. Silva Lopes), Springer Proceedings in Physics, vol. 117, pp. 61–63, Springer, Heidelberg (Germania)

[IV] *Mixing of a passive scalar emitted from a random-in-time point source*
A. Celani, **M. Martins Afonso** e A. Mazzino
In: *Advances in Turbulence XI*, Proceedings of the 11th EUROMECH European Turbulence Conference, Porto (Portogallo), 25–28 giugno 2007 (editori: J.M.L.M. Palma e A. Silva Lopes), Springer Proceedings in Physics, vol. 117, pp. 206–208, Springer, Heidelberg (Germania)

[III] *Punctual emission of a passive scalar in turbulent flows*
A. Celani, **M. Martins Afonso** e A. Mazzino
In fase di stampa su: *Physics of Particles and Nuclei, Letters*, Proceedings of the conference Mathematical Modeling and Computational Physics 2006, Tatranská Štrba (Slovacchia), 28 agosto–1 settembre 2006

[II] *Coarse-grained scalar transport: closures and large-eddy simulations*
A. Celani, **M. Martins Afonso** e A. Mazzino

In: *Progress in Turbulence II*, Proceedings of the iTi Conference on Turbulence, Bad Zwischenahn (Germania), 25–28 settembre 2005 (editori: M. Oberlack, S. Guenther, T. Weller, G. Khujadze, A. Osman, M. Frewer e J. Peinke), Springer, Heidelberg (Germania)

[I] *Closures for large-eddy simulations of passive scalars*
M. Martins Afonso, A. Celani e A. Mazzino
In: *Advances in Turbulence X*, Proceedings of the 10th European Turbulence Conference, Trondheim (Norvegia), 29 giugno–2 luglio 2004 (editori: H.I. Andersson e P.A. Krogstad), pp. 319–322, CIMNE, Barcelona (Spagna)

Capitoli di Libri

[00bis] *YALES2BIO : un solveur dédié aux écoulements sanguins*
S. Mendez, A. Bérod, C. Chnafa, M. Garreau, E. Gibaud, A. Larroque, S. Lindsey, **M. Martins Afonso**, P. Mattéoli, R. Mendez Rojano, D. Midou, T. Puiseux, J. Sigüenza, P. Taraconat, V. Zmijanovic e F. Nicoud
Contributo a invito in: *Écoulements biologiques dans les grands vaisseaux : dialogue entre modélisations numériques et études expérimentales in vitro/in vivo* (editori: V. Deplano, J.-M. Fullana e C. Verdier), Sciences—Mécanique—Mécanique du vivant, cap. 7, pp. 185–208, ISTE (2023), London (Regno Unito)

[00] *YALES2BIO: A General Purpose Solver Dedicated to Blood Flows*
S. Mendez, A. Bérod, C. Chnafa, M. Garreau, E. Gibaud, A. Larroque, S. Lindsey, **M. Martins Afonso**, P. Mattéoli, R. Mendez Rojano, D. Midou, T. Puiseux, J. Sigüenza, P. Taraconat, V. Zmijanovic e F. Nicoud
Contributo a invito in: *Biological Flow in Large Vessels: Dialog Between Numerical Modeling and In Vitro/In Vivo Experiments* (editori: V. Deplano, J.-M. Fullana e C. Verdier), Sciences—Mechanics—Biomechanics, cap. 7, pp. 183–206, John Wiley & Sons (2022), Hoboken, NJ (Stati Uniti)

[0] *Flow-driven renormalization of transport and sedimentation for inertial particles*
M. Martins Afonso
Contributo a invito in: *Mathematical Analysis and Applications in Engineering, Aerospace and Sciences* (editore: S. Sivasundaram), Mathematical Problems in Engineering Aerospace and Sciences, vol. 5, n. 13, pp. 187–201, Cambridge Scientific Publishers (2012), Cambridge (Regno Unito)

Saggi

[∅] *Applications of mathematics in fluid dynamics*
M. Martins Afonso
Contributo a invito in: CIM *Bulletin* **36**, 26–31 (Marzo 2016)

Contributi pubblicati su archivi in rete

[ii] *Analyse théorique de stabilité linéaire d'un jet granulaire tombant*
M. Martins Afonso
`HAL`: hal-00769571 (2013)

[i] *Fluid-particle separation in the Batchelor regime with telegraph model of noise*
M. Martins Afonso
`arXiv`: nlin.CD/0703056 (2007)

Editoriali

- *Editorial for Special Issue "Multiscale Turbulent Transport"*
  M. Martins Afonso e S.M.A. Gama
  Fluids **4** (4), n. 185, pp. 1–2 (2019)

Libri: edizione e contribuzione

- *Multiscale Turbulent Transport*
  M. Martins Afonso e S. Gama
  10 capitoli, 200 pagine, MDPI (2020)
  Contributi personali: editoriale pp. 1–2, articolo pp. 11–26

Manoscritti sottomessi

- *Centrifugal compressor surge in closed loop systems: modelling and comparison with experiments*
  S. Purushothaman, A. Traverso, F. Reggio, **M. Martins Afonso**, C. Halbe e V. Sishtla
  sottoposto a: *International Journal of Refrigeration* (2026)

Poster

- *Study of the dynamics of the velocity gradient tensor*
  Symposium on Fluid Science and Turbulence, 30–31 maggio 2008, Johns Hopkins University, Baltimore, MD (Stati Uniti)

- *First-principle closures for passive-scalar turbulence*
  Corso Nazionale INFM "Sistemi di non equilibrio: il problema delle turbolenze nei fluidi e nei plasmi", 13–17 settembre 2004, ISI - Villa Gualino, Torino

Marco Martins Afonso

Nasciûo a Zêna (Sàn Martìn d'Arbâ) o 21\9\1979, o l'otêgne o 10\7\2002 a làorea in fìxica a l'universcitæ de Zêna discuténdo a têxi intitolâ "Un modello risolubile analiticamente di large-eddy simulation di campi scalari passivi", con relatoî o profesô Roberto Festa e o dotô Andrea Mazzino.

In dæta 22\5\2006 o l'otêgne o tìtolo de dotô de riçèrca in fìxica a l'universcitæ de Zêna discuténdo a têxi intitolâ "Analytical models of turbulence: from large scales to small scales, and beyond", con supervizoî o profesô Roberto Festa e o dotô Andrea Mazzino. Relatô estèrno o l'é stæto o profesô Guido Boffetta (universcitæ de Torìn), ezaminatoî i professoî Angelo Vulpiani (universcitæ de Rómma 1 "La Sapienza"), Pierantonio Zanghì (universcitæ de Zêna) e Mauro Carfora (universcitæ de Pavîa).

Méntre ch'o fa o dotorâto, o riçéive contribûti pe vixitâ cómme invitòu l'"Institut Non-Linéaire de Nice" (frevâ-màzzo 2004 da-o dotô Antonio Celani) e l'"Observatoire de la Côte d'Azur" (dexénbre 2004-arvî 2005 da-o profesô Uriel Frisch) a Nìssa (Fransa), e ascì o "Weizmann Institute of Science" (zenâ 2006 da-o profesô Gregory Falkovich) a Rehovot (Israêle).

Da-o frevâ 2006 a l'agósto 2007 o l'é "post-doc" a-o "Weizmann Institute of Science" de Rehovot (Israêle), into grùppo do profesô Gregory Falkovich ("Department of Physics of Complex Systems").

Da-o seténbre 2007 a-o dexénbre 2008 o l'é "post-doc" a-a "Johns Hopkins University" de Baltimöra, MD (Stâti Unîi), into grùppo do profesô Charles Meneveau ("Department of Mechanical Engineering").

Da-o frevâ 2009 a-o lùggio 2011 o l'é "post-doc" a l'"Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse" de Tolôsa (Fransa), into grùppo do profesô Olivier Simonin ("groupe Particules, Spray et Combustion").

Da l'agósto a-o seténbre 2011 o l'é in vìxita a l'universcitæ de Helsinki (Finlandia), da-o dotô Paolo Muratore-Ginanneschi ("Department of Mathematics and Statitistics").

Da l'òtôbre 2011 a-o lùggio 2013 o l'é "post-doc" a l'"Institut de Mathématiques et de Modélisation de Montpellier" (Fransa), into grùppo do profesô Franck Nicoud ("équipe Analyse, Calcul Scientifique Industriel et Optimisation de Montpellier").

Da-o seténbre 2013 a-o novénbre 2014 o l'é "post-doc" a-o "Laboratoire de Mécanique, Modélisation et Procédés Propres" de Marseggia (Fransa), into grùppo do dotô Eric Serre ("équipe Instabilité, Turbulence et Contrôle").

Da-o novénbre 2015 a- dexénbre 2020 o l'é "post-doc" a-o "Centro de Matemática da Universidade do Porto" (Pòrtogallo), into grùppo do profesô Sílvio Marques de Almeida Gama.

Into zenâ 2019, frevâ 2020 e novénbre 2021 o l'é in vìxita ao "Laboratoire Jean-Alexandre Dieudonné" a Nìssa (Fransa), da-o dotô Dario Vincenzi.

Da-o novénbre a-o dexénbre 2019 o l'é in vìxita a-o "Centro de Matemática da Universidade do Porto" (Pòrtogallo), da-o profesô Sílvio Marques de Almeida Gama.

Da l'òtôbre 2022 a-o zùgno 2023 o l'é riçercatô a-o "Centro de Matemática da Universidade do Porto" (Pòrtogallo).

Da-o lùggio 2024 o l'é consulénte estèrno \ colaboratô öcaxonâle a "SIT Technologies" e döppo scecchê a DIME-MASET-TPG, universcitæ de Zêna.

O l'é coòutô de 31 (trentùn) artìcoli publicæ in sce di giornâli internaçionâli, de 13 (trézze) contribûti in sce d'àtti de rionioîn, de 2+1 (doî+un) capitoli de libbri, de 1 (unn-a) revixón (sàggio) e de 1 (un) editoriâle, òratô in 36 (trentesêi) rionioîn naçionâli e internaçionâli (træ vòtte generâle) e in 38 (trentéutto) prezentaçioîn invitæ, editô òspite pe "Fluids" e do libbro "Multiscale Turbulent Transport" (MDPI), giurâto pe 'na comisción de têxi de dotorâto, codiretô de dôe têxi de dotorâto, e revizô pe 68+2 (sciusciantéutto+dôe) giornâli+rionoîn internaçionâli ascì.

Marco Martins Afonso

Natus Ianuae (Res publica Italica, quondam Genuensis et - ut speramus - in futuro tempore iterum atque in saeculum) die undecimo ante calendas Octobres MCMLXXIX anno Domini (in die Veneris et celebrationis Sancti Matthaei), id est MMDCCXXXII ab Urbe condita, consequitur die sexto ante idus Iulias (Quintiles) MMII anno Domini (in die Mercurii et feria quarta hebdomadis quartae decimae per annum), id est MMDCCLV ab Urbe condita, lauream physicae a Genuensi Athenaeo, defendens thesim inscriptam "Un modello risolubile analiticamente di large-eddy simulation di campi scalari passivi", cum relatoribus professore Roberto Festa doctoreque Andrea Mazzino.

Die undecimo ante calendas Iunias MMVI anno Domini (in die Lunae et celebrationis sanctarum Ritae Iuliaeque), id est MMDCCLIX ab Urbe condita, consequitur titulum doctoris investigationis physicae a Genuensi Athenaeo, defendens thesim inscriptam "Analytical models of turbulence: from large scales to small scales, and beyond", cum relatoribus professore Roberto Festa doctoreque Andrea Mazzino. Relator externus fuit professor Guidus Boffetta (e Taurinensi Athenaeo), inquisitores professores Angelus Vulpiani (e Primo Romano Athenaeo "La Sapienza"), Petrus Antonius Zanghì (e Genuensi Athenaeo) ac Maurus Carfora (e Papiensi Athenaeo).

Per doctoratum fruitur tributis ut hospes visitet "Institut Non-Linéaire de Nice" (a mense Februario ad mensem Maium MMIV a.D., id est MMDCCLVII a.U.c., apud doctorem Antonium Celani) atque "Observatoire de la Côte d'Azur" (a mense Decembre MMIV a.D. ad mensem Aprilem MMV a.D., id est MMDCCLVII-MMDCCLVIII a.U.c., apud professorem Urielem Frisch) prope Nicaeam (Alpes Maritimae, Provincia et Ripa Caerulea, Francogallia), nedum "Weizmann Institute of Science" (mense Ianuario MMVI a.D., id est MMDCCLIX a.U.c., apud professorem Gregorium Falkovich) prope Rehovot (Judaea, Israel).

A mense Februario MMVI a.D. usque ad mensem Augustum (Sextilem) MMVII a.D., id est MMDCCLIX-MMDCCLX a.U.c., fruitur crumena post-doctorali apud "Weizmann Institute of Science" prope Rehovot (Judaea, Israel), infra ducem professorem Gregorium Falkovich ("Department of Physics of Complex Systems").

A mense Septembre MMVII a.D. usque ad mensem Decembrem MMVIII a.D., id est MMDCCLX-MMDCCLXI a.U.c., fruitur crumena post-doctorali apud "Johns Hopkins University" prope Baltimore (Terra Mariae, Civitates Foederatae Americae), infra ducem professorem Carolum Meneveau ("Department of Mechanical Engineering").

A mense Februario MMIX a.D. usque ad mensem Iulium (Quintilem) MMXI a.D., id est MMDCCLXII-MMDCCLXIV a.U.c., fruitur crumena post-doctorali apud "Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse" prope Tolosam (Garunna Superior, Meridianum et Pyrenaeus, Francogallia), infra ducem professorem Oliverium Simonin ("groupe Particules, Spray et Combustion").

A mense Augusto (Sextili) usque ad mensem Septembrem MMXI a.D., id est MMDCCLXIV a.U.c., hospes visitat Helsingiensem Athenaeum (Terra Nova, Finnia), apud doctorem Paulum Muratore-Ginanneschi ("Department of Mathematics and Statistics").

A mense Octobre MMXI a.D. usque ad mensem Iulium (Quintilem) MMXIII a.D., id est MMDCCLXIV-MMDCCLXVI a.U.c., fruitur crumena post-doctorali apud "Institut de Mathématiques et de Modélisation de Montpellier" prope Montem Pessulanum - alias vices Pestellarium vel Puellarum - (Arauris, Occitania et Ruscino, Francogallia), infra ducem professorem Franciscum Nicoud ("équipe Analyse, Calcul Scientifique Industriel et Optimisation de Montpellier").

A mense Septembre MMXIII a.D. usque ad mensem Novembrem MMXIV a.D., id est MMDCCLXVI-MMDCCLXVII a.U.c., fruitur crumena post-doctorali apud "Laboratoire de Mécanique, Modélisation et Procédés Propres" prope Massiliam (Ostia Rhodani, Provincia et Ripa Caerulea, Francogallia), infra ducem doctorem Aenrichum Serre ("équipe Instabilité, Turbulence et Contrôle").

A mense Novembre MMXV a.D. usque ad mensem Decembrem MMXX a.D., id est MMDCCLXVIII-MMDCCLXXIII a.U.c., fruitur crumena post-doctorali apud "Centro de Matemática da Universidade do

Porto" prope Portum Cale (Durius Litoralis, Lusitania), infra ducem professorem Silvium Marques de Almeida Gama.

Mensibus Ianuario MMXIX, Februario MMXX et Novembre MMXXI a.D., id est MMDCCLXXII-MMDCCLXXIV a.U.c., hospes visitat "Laboratoire Jean-Alexandre Dieudonné" prope Nicaeam (Alpes Maritimae, Provincia et Ripa Caerulea, Francogallia), apud doctorem Darium Vincenzi.

A mense Novembre usque ad mensem Decembrem MMXIX a.D., id est MMDCCLXXII a.U.c., hospes visitat "Centro de Matemática da Universidade do Porto" prope Portum Cale (Durius Litoralis, Lusitania), apud professorem Silvium Marques de Almeida Gama.

A mense Octobre MMXXII a.D. usque ad mensem Iunium MMXXIII a.D., id est MMDCCLXXV-MMDCCLXXVI a.U.c., fruitur contractu investigationis apud "Centro de Matemática da Universidade do Porto" prope Portum Cale (Durius Litoralis, Lusitania).

A mense Iulio (Quintili) MMXXIV a.D., id est MMDCCLXXVII a.U.c., consulens collaborat apud "SIT Technologies" setiusque fruitur crumena investigationis apud "DIME-MASET-TPG", Genuensem Athenaeum.

Coauctor est XXXI (triginta unorum) operum publicatorum in recensionibus internationalibus, XIII (tredecim) actuum conventuum, II+I (duorum+unius) capitulorum librorum, I (unius) praeexercitaminis et I (unius) editorialis, orator in XXXVI (triginta sex) nationalibus internationalibusque conventionibus (plenarius tribus) et XXXVIII (duodequadraginta) adhibitis praesentationibus, hospes editor recensionis "Fluids" librique "Multiscale Turbulent Transport" (MDPI), iudex iuratus unius collegii thesis doctoralis, vicarius rectoris duarum thesium doctoralium, nedum arbiter LXVIII+II (sexaginta octo+duabus) recensionibus+conventionibus internationalibus.