

# SACHA CARDONNA

E-mail. [cardonna.sacha@gmail.com](mailto:cardonna.sacha@gmail.com) Site internet. [sachacardonna.github.io](https://sachacardonna.github.io) Bureau. 205, Bâtiment 9, IMAG.

## Poste actuel

---

### Doctorant en mathématiques.

10/2023 - Présent

*Institut Montpellierain Alexander Grothendieck – Montpellier, France.*

*Sujet.* Modélisation et étude numérique de problèmes à frontière libre et interactions vagues-structure.

*Encadrants.* François Vilar & Fabien Marche.

*Financement.* Contrat doctoral du Ministère de l'Enseignement Supérieur, classé 1<sup>er</sup> au concours de l'ED I2S.

△ Centres d'intérêt	1
△ Formation académique	1
△ Expériences professionnelles	1
△ Activités d'enseignement	2
△ Développement logiciel	2
△ Financements	2
△ Communications	2
△ Responsabilités	2
△ Diffusion scientifique	2
△ Stages	3
△ Formations complémentaires	4
△ Compétences informatiques	4
△ Projets académiques	5
△ Cours suivis	5
△ Langues	5

## Centres d'intérêt

---

### *Modèles.*

Lois de conservation,  
Systèmes hyperboliques,  
Couplage de modèles.

### *Méthodes numériques.*

Méthodes DG & FV,  
Schémas well-balanced,  
Approches ALE.

### *Applications.*

Mécanique des fluides,  
Éq. de Saint-Venant,  
EDPs dispersives.

### *Calcul scientifique.*

Prog. orientée objet,  
Prog. générique,  
Calcul parallèle.

## Formation académique

---

### Études supérieures en Mathématiques.

09/2020 - 06/2023

*Faculté des Sciences – Montpellier, France.*

Master en Analyse Théorique et Numérique des EDP.

Master en Mathématiques Fondamentales.

*Résultats.* 1<sup>er</sup> en analyse théorique, analyse numérique, stage de recherche, et estimations a posteriori.

*Classement.* Major de promotion.

### Études de Licence en Mathématiques et Physique.

09/2017 - 05/2020

*Faculté des Sciences – Montpellier, France.*

Licence 3 en Mathématiques Pures et Appliquées.

Licence 1-2 en Mathématiques et Physique (cycle préparatoire universitaire aux grandes écoles).

*Résultats.* 1<sup>er</sup> en analyse numérique des EDO, optimisation convexe et mécanique classique.

*Classement.* Constamment parmi les 10% meilleurs étudiants de la promotion.

## Expériences professionnelles

---

### Doctorant en mathématiques.

10/2023 - Présent

*Institut Montpellierain Alexander Grothendieck – Montpellier, France.*

### Moniteur en mathématiques.

10/2023 - Présent

*Faculté des Sciences & École d'Ingénieurs Polytech – Montpellier, France.*

### Stagiaire de recherche.

03 - 07/2023

*Institut Montpellierain Alexander Grothendieck – Montpellier, France.*

## Activités d'enseignement

---

### Analyse numérique des équations différentielles (Licence 3) 2024 - 2025

Faculté des Sciences – Montpellier, France.

*Rôle.* Travaux dirigés, programmation, correction d'examens.

*Sujets.* Schémas numériques (Euler, Runge-Kutta, Différences Finies, ...), équations différentielles ordinaires et partielles.

### Optimisation convexe (Licence 2) 2024 - 2025

Faculté des Sciences – Montpellier, France.

*Rôle.* Travaux dirigés, programmation, correction d'examens.

*Sujets.* Optima libres et contraints, mathématiques appliquées, apprentissage mathématique.

### Outils mathématiques pour les sciences et l'ingénierie (Licence 1) 2024 - 2025

Faculté des Sciences – Montpellier, France.

*Rôle.* Travaux dirigés, rédaction et correction d'examens.

*Sujets.* Raisonnement logique, théorie des ensembles, fonctions d'une variable réelle, calcul intégral, équations différentielles du 1<sup>er</sup> ordre.

### Calcul différentiel & intégral en plusieurs variables (Licence 2) 2023 - 2024

École d'Ingénieurs Polytech – Montpellier, France.

*Rôle.* Travaux dirigés, rédaction et correction d'examens.

*Sujets.* Calcul différentiel, intégration multivariable, topologie, algèbre bilinéaire.

### Devoirs encadrés (Licence 2) 2023 - 2024

École d'Ingénieurs Polytech – Montpellier, France.

*Rôle.* Supervision de groupes d'étudiants pour préparer les examens intermédiaires et finaux.

*Sujets.* Calcul différentiel, intégration multivariable, topologie, algèbre bilinéaire.

## Développement logiciel

---

### WaveBox 2024 – Plateforme numérique multi-modèles en C++ pour les équations de vagues.

WaveBox est une plateforme numérique multi-modèles créée par Fabien Marche, dédiée à l'approximation des solutions de diverses asymptotiques des équations en eau peu profonde sur domaines bidimensionnels ( $d = 2$ ). Elle contient des méthodes Galerkin discontinu hybrides (HDG) et classiques sur des maillages non structurés (équations de Saint-Venant, de Boussinesq et de Green-Naghdi). Les principales fonctionnalités incluent :

- Co-traitement CPU-GPU pour les sous-modèles;
- Ordre de précision arbitraire (adaptativité  $h$ - et  $p$ -);
- Traitement robuste des processus de montée et d'inondation (application stricte du principe du maximum);
- Well-balancing pour les états stationnaires au repos;
- Maillages non structurés & subdivision de maillages;
- Traitement du déferlement des vagues.

*Contributions.* Développement d'une nouvelle section dédiée aux schémas monolithiques DG-FV d'ordre élevé, avec subdivisions de maillage et méthodes de stabilisation *a priori*, en 1D & 2D. Développement de plusieurs outils de visualisation sous Python. Intégration et maintenance Git avec Fabien Marche.

### DG4SCL – Code DG compact et pédagogique pour les lois de conservation scalaires en 1D.

Développement d'un code C++ compact traitant les schémas de Galerkin discontinu (DG) pour des lois de conservation scalaires en 1D. Ce projet a été conçu avec un accent particulier sur la simplicité et la clarté, garantissant que son implémentation soit accessible et facile à comprendre, en particulier pour les étudiants découvrant les méthodes DG.

*Contributions.* Développement complet "from scratch", avec l'aide d'Ali Haidar et François Vilar.

## Financements

---

### Concours de l'École Doctorale *Informations, Structures, Systèmes (I2S)*. 2023

Examen pour obtenir un contrat doctoral financé par le Ministère de la Recherche. Classé 1<sup>er</sup> parmi tous les candidats en mathématiques.

*Financement.* 125,500€ sur 3 ans.

## Communications

---

### Poster présenté lors de la Journée des Doctorants.

03/2024

*Institut Montpellierain Alexander Grothendieck – Montpellier, France.*

*Titre.* Schéma monolithique DG-FV pour les équations de Saint-Venant.

### Présentation au Séminaire des Doctorants.

10/2023

*Institut Montpellierain Alexander Grothendieck – Montpellier, France.*

*Titre.* Modélisation, résolution & implémentation des EDPs pour les interactions vagues-structure.

## Responsabilités

---

### Membre du Comité Développement Durable au laboratoire IMAG.

2024 - Présent

Représentation des doctorants lors des réunions et dans les processus de prise de décision, contribution au bilan GES (gaz à effet de serre) et proposition de stratégies pour améliorer l'impact environnemental du laboratoire.

### Représentant des étudiants du Master en Mathématiques Appliquées.

2023 - 2024

Représentation des étudiants dans divers conseils de développement, avec pour objectif de transmettre leurs retours et d'améliorer la formation.

## Diffusion scientifique

---

### Apprendre à jouer avec les mathématiques – Programme MathC2+.

06/2024

*Collaboration avec l'IREs & LabEx NUMEV – Montpellier, France.*

Introduction aux mathématiques à travers différents jeux et algorithmes pour faciliter la victoire.

- Morpion, pour introduire la théorie des jeux et la combinatoire, aidant les élèves à anticiper les coups et à comprendre le jeu optimal via les travaux de Newell et al.;
- Mastermind, mettant l'accent sur la logique et la déduction, notamment avec l'algorithme de Knuth pour briser le code;
- Dobble, pour démontrer comment des concepts abstraits tel que la géométrie projective peuvent être utilisés non seulement pour la recherche, mais aussi pour la conception de jeux de société.

Ce stage se conclut par le développement d'un code permettant de créer des cartes de Dobble personnalisées avec des images personnalisées.

### Congrès MATH.en.JEANS – Promouvoir la recherche mathématique auprès des lycéens.

05/2024

*Encadré par Louise Nyssen (IMAG & IRES) – Montpellier, France.*

Le congrès MATH.en.JEANS vise à introduire la recherche mathématique à de jeunes élèves, sous la direction d'un chercheur et de leur enseignant.

- L'évènement repose principalement sur des bénévoles (étudiants, enseignants, chercheurs). Le système de jumelage permet aux élèves de comparer leurs idées avec celles d'un autre groupe travaillant sur le même sujet dans une autre école;
- Plus de 200 établissements en France accueillent chaque année un atelier MATH.en.JEANS, aboutissant à la présentation des résultats lors d'un congrès national.

### Mathématiques & Modélisation – Programme MathC2+.

04/2024

*Collaboration avec l'IREs & LabEx NUMEV – Montpellier, France.*

Introduction des mathématiques appliquées, de la modélisation et du calcul scientifique auprès des lycéens.

- Présentation de notions mathématiques essentielles suivie d'une activité pratique mesurant les temps de chute libre de différents objets, permettant d'obtenir l'équation de mouvement sous forme d'un polynôme de degré 2;
- Découverte des méthodes numériques de recherche de racines, avec mise en valeur de leur importance en physique et en ingénierie, complétée par la construction de mini-catapultes explorant les principes physiques d'optimisation liés aux équations de mouvement;
- Initiation à la programmation en Python, avec développement d'un solveur analytique et numérique pour l'équation quadratique  $ax^2 + bx + c = 0$ , servant de projet final.

### Introduction aux mathématiques appliquées – Supervision de collégiens de 3<sup>e</sup>.

12/2023

*Collaboration avec l'IREs & IMAG – Montpellier, France.*

Exploration des applications des mathématiques à des scénarios réels à travers l'étude de deux trains en route vers une collision, en se concentrant sur le calcul de leur point de rencontre. Cela inclut des calculs théoriques de mouvement et des

solutions numériques via la méthode de bisection, mettant en valeur l'intersection des mathématiques, de la résolution de problèmes et de la programmation.

### **Fête de la Science – Promouvoir les études et métiers scientifiques.**

10/2023

*Avec Benjamin Charlier (IMAG) & Tristan Xabada (L2C-CBS) – Lozère, France.*

Visite des lycées Peytavin et Saint-Pierre-Saint-Paul pour promouvoir les métiers des mathématiques, discuter de notre sujet de thèse et de notre parcours étudiant avec les lycéens.

## **Stages**

---

### **Correction volumes finis de sous-cellules pour des schémas Galerkin discontinus.**

03 - 07/2023

Développement et implémentation d'une nouvelle stratégie pour stabiliser les méthodes numériques Galerkin discontinues, en utilisant une approche de type volumes finis de sous-cellules pour les équations de Saint-Venant. Nous considérons ici une approche a priori, précisément un schéma monolithique DG-FV.

*Encadrants.* François Vilar & Fabien Marche.

### **Analyse asymptotique de suites d'EDPs et théorie de l'homogénéisation.**

02 - 05/2022

Étude de deux problèmes, incluant un problème de Dirichlet sur un domaine variable. Le brouillard de glace se forme lorsque la vapeur d'eau, principalement issue des activités humaines, pénètre dans l'atmosphère. Cette vapeur se condense en gouttelettes qui gèlent rapidement, donnant lieu à des particules de glace sans structure cristalline bien définie. L'objectif est de modéliser ce phénomène comme un problème d'homogénéisation.

*Encadrant.* Michel Bellieud.

### **De la géométrie différentielle aux billards mathématiques.**

03 - 05/2021

Étude d'un des systèmes dynamiques les plus simples, le billard mathématique, où nous caractérisons les trajectoires périodiques en fonction de leur angle initial de tir.

*Encadrant.* Daniel Massart.

### **Démonstration du théorème de progression arithmétique de Dirichlet.**

01 - 04/2020

Démontrer que, pour  $a, b \in \mathbf{N}^*$  tels que  $\text{pgcd}(a, b) = 1$ , la progression arithmétique  $\{an + b\}_{n \in \mathbf{N}}$  contient une infinité de nombres premiers. Cette preuve utilise diverses théories comme l'analyse complexe ou la théorie des groupes.

*Encadrant.* Sylvain Brochard.

## **Formations complémentaires**

---

### **Créativité pédagogique (Niveaux 1 & 2).**

01 - 03/2024

Cette formation présente diverses approches pédagogiques, en promouvant des expériences d'apprentissage collaboratives, et en intégrant des méthodes créatives.

- Accent mis sur l'adaptation des styles d'enseignement à différents contextes, favorisant l'interactivité et le développement de projets collaboratifs;
- Objectif d'innover le modèle d'apprentissage pour répondre aux défis du 21<sup>e</sup> siècle et renforcer les liens académiques et socio-économiques.

*Formateurs.* Céline Avenel & Alexander Arenas-Canon.

### **Programmation avancée pour le calcul scientifique.**

10 - 12/2024

Cours de haut niveau basé sur la programmation en C++ appliquée au calcul scientifique.

- Gestion de la mémoire, concepts de programmation orientée objet et techniques avancées de traitement des données pour la recherche scientifique;
- Utilisation d'outils essentiels de pré/post-traitement dans le contexte de simulations scientifiques complexes;
- Accent sur l'importance des outils modernes de travail collaboratif, tels que les systèmes de contrôle de version.

*Formateur.* Fabien Marche.

### **Management & Leadership.**

01/2024

Formation visant à comprendre les enjeux de la fonction de management, à affirmer son autorité dans son rôle et à adopter les postures adaptées, en tant que manager, avec différents interlocuteurs.

*Formatrice.* Audrey Agbodjogbe-Richard.

### **Éthique de la recherche.**

01 - 03/2023

Cette formation en ligne (MOOC) offre une compréhension approfondie des principes éthiques dans la recherche scientifique, mettant en avant l'importance de l'intégrité, l'impact des avancées technologiques et les responsabilités des chercheurs et

institutions. Elle explore également la gestion des conflits d'intérêts et de valeurs, préparant les doctorants, chercheurs et citoyens à relever les défis éthiques contemporains de la science.

*Établissement de référence.* Université de Lyon.

### **Intelligence artificielle et éthique.**

12/2023

Ce séminaire explore l'intersection entre la technologie de l'intelligence artificielle et les considérations éthiques, examinant les implications de l'IA sur la vie privée, les biais et la prise de décision dans la société. Il vise à fournir aux participants les connaissances nécessaires pour naviguer dans les dilemmes moraux posés par les avancées en IA, favorisant un développement et une utilisation responsables des technologies d'IA.

*Formateur.* Laurent Fauré.

### **Rédaction et publication scientifiques.**

12/2023

Ce MOOC a pour objectif de maîtriser la lecture et l'analyse d'articles scientifiques, de comprendre leur structure, de connaître les règles de rédaction pour chaque section, de comprendre le processus d'évaluation par les pairs et d'appliquer les lignes directrices éthiques en matière de rédaction scientifique.

*Établissement de référence.* Institut de Recherche pour le Développement.

## **Compétences informatiques**

---

<b>Programmation</b>	C/C++, Python, notions de Fortran.
<b>Logiciels mathématiques</b>	FreeFEM++, Matlab, Scilab, gnuplot, Maple, Mathematica.
<b>Langages de balisage</b>	HTML, CSS, PHP.
<b>Traitement de texte</b>	L <sup>A</sup> T <sub>E</sub> X, Beamer, Microsoft Office ( <i>Word &amp; PowerPoint</i> ).
<b>Systèmes d'exploitation</b>	Linux ( <i>Kali &amp; Debian</i> ), Windows, macOS.
<b>Logiciels de création</b>	Adobe Creative Cloud, Audacity, Final Cut Pro X.

## **Projets académiques**

---

### **Méthode Hybrid High-Order pour les opérateurs de Leray-Lions.**

12/2022

*Cours d'analyse numérique avancée, introduction à la méthode Hybrid High-Order.*

Étude d'une nouvelle méthode d'éléments finis non conforme appelée Hybrid High-Order et de ses principaux résultats en analyse fonctionnelle discrète sur les opérateurs de Leray-Lions.

*Encadrant.* Daniele Di Pietro.

### **Implémentation en C++ de la méthode SPH de Müller pour la dynamique des fluides.**

11/2022

*Cours d'estimations a posteriori & l'adaptation de maillages.*

Développement et implémentation de la méthode Smooth Particle Hydrodynamics pour une simulation en C++.

*Encadrant.* Bijan Mohammadi.

### **Quelques résultats de théorie de la mesure.**

05 - 09/2022

*Projet personnel mené pendant les vacances d'été.*

Démonstration de résultats en théorie de la mesure, incluant la différentiation des mesures de Radon, les théorèmes de recouvrement de Besicovitch et Vitali, ainsi que les théorèmes de Tietze et de Lusin.

*Encadrant.* Michel Bellieud.

### **Résolution par éléments finis et simulation sous FreeFEM++.**

05 - 04/2022

*Cours sur la méthode des éléments finis.*

Étude et implémentation d'un problème de Dirichlet avec conditions aux limites mixtes sous FreeFEM++.

*Encadrante.* Vanessa Lleras.

### **Code de machine learning pour l'analyse de bases de données.**

10/2021

*Cours de machine learning & d'optimisation convexe.*

Analyse de bases de données et programmation de méthodes de régression pour le machine learning en Python.

*Encadrant.* Bijan Mohammadi.

### **Interpolation numérique et ses limites.**

2018

*Projet personnel mené pendant la licence 2.*

Étude de l'interpolation polynomiale et du phénomène de Runge.

*Encadrant.* Sylvain Brochard.

## **Cours suivis**

---

**Cours fondamentaux.** Analyse théorique des EDP – Analyse fonctionnelle & théorie des distributions – Géométrie différentielle – Théorie de la mesure et de l'intégration – Analyse complexe – Topologie des espaces métriques – Théorie

de Galois – Théorie des catégories – Théorie des anneaux & des groupes – Équations différentielles & calcul différentiel – Théorie des probabilités – Géométrie euclidienne – Algèbre linéaire & bilinéaire – Analyse réelle – Calcul intégral.

**Cours appliqués et spécialisés.** Analyse numérique des EDP – Modélisation numérique – Homogénéisation pour Navier-Stokes – Calcul scientifique – Machine learning & optimisation convexe – Estimations *a posteriori* & adaptation de maillages – Transformée de Fourier & convolution pour les problèmes inverses – Modélisation déterministe & stochastique.

**Cours de physique.** Mécanique des solides & des fluides – Électromagnétisme – Électrostatique & magnétostatique – Thermodynamique – Optique ondulatoire & géométrique – Électrohydrodynamique – Physique expérimentale.

## Langues

---

**Français:** maternel (TEF C2) **Anglais :** courant (IELTS 7.5) **Espagnol:** scolaire ( $\simeq$  B2) **Japonais :** débutant ( $\simeq$  A1)

*Last update.* Friday 29<sup>th</sup> November, 2024.