

# Philippe Leleux

Solveurs linéaires, HPC, calcul scientifique

11 impasse des minimes  
31 300 Toulouse  
(+33) 6 60 68 54 19  
leleux@cerfacs.fr  
[Linkedin](#) [Skype](#)



## Education

- 2021 **Prix de thèse Léopold Escande 2021** décerné par l'*Institut National Polytechnique de Toulouse (INPT)*.
- 2017–2021 **Doctorat** de mathématiques appliquées en cotutelle internationale avec l'INPT et la *Friedrich Alexander Universität (FAU)* d'Erlangen-Nürnberg, obtenu avec la plus mention ("serh gut") du côté allemand.
- 2014 **Master recherche IAICI** (*Intelligence Artificielle Intelligence Cognitive et Interactions*) à l'université Paul Sabatier de Toulouse.
- 2008–2011 Classes préparatoires aux grandes écoles, spécialité Physique et Sciences de l'Ingénieur.
- 2008 Baccalauréat Scientifique, option mathématiques, mention Très-Bien.

## Expérience dans la recherche

**Centre Européen de Recherche et Formation Avancée en Calcul Scientifique (CERFACS)**

- 2021 – en cours **Post-doc** pour le projet européen **EoCoE-2 (Energy oriented Center of Excellence)** en collaboration avec le **CEA** (Centre de l'Énergie Atomique, Cadarache) et l'**IPP** (Max Planck Institute for Plasma Physics, Garching).  
Objectifs: Développement du solveur parallèle **GmgPolar**, pour la simulation de réacteur de fusion nucléaire dans le code **GyselaX**. GmgPolar suit une méthode multigrille avec extrapolation implicite pour la résolution de systèmes linéaires en coordonnées polaires généralisées.  
Encadrants : **Pr. Ulrich Ruede**, Directeur de la *chair de simulation de systèmes (LSS)* de la FAU  
**Dr. Carola Krüse**, Chercheuse au CERFACS, équipe algorithmes parallèles.
- 2017 – 2021 **Doctorat** en collaboration entre le CERFACS, l'IRIT, et le FAU : *Solveurs hybrides direct-itératifs pour la solution de systèmes indéfinis et sur-déterminés sur les futures architectures exascale*.  
Objectifs: Scalabilité faible de 85% à très grande échelle ( $10^{11}$  inconnues) du solveur multigrille **HHG**, sur un problème de géoscience, à l'aide d'une méthode directe approchée appliquée sur la grille grossière.  
Développement de méthodes de décomposition de domaine basées sur la méthode Cimmino par blocs (**ABCD-Solver**), pour la solution parallèle de systèmes linéaires possiblement rectangulaires.  
Encadrants : **Dr. Daniel Ruiz**, Maître de conférence de l'équipe APO (*Algorithmes Parallèles et Optimisation*) de l'IRIT (*Institut de Recherche en Informatique de Toulouse*).  
**Pr. Ulrich Ruede**.  
**Pr. Michel Daydé**, Professeur CNRS-IRIT.

2016 – 2017 **Ingénieur d'étude** pour le projet européen [EoCoE-2 \(Energy oriented Center of Excellence\)](#) en collaboration avec l'IRIT, le RAL, le CEA Paris, le [FZ-Jülich](#) et le [BSC](#) (Barcelona Supercomputing Center).

Objectifs: Utilisation avancée et amélioration des solveurs parallèles [MUMPS](#), avec approximation low-rank, et ABCD-Solver pour la scalabilité des codes de simulation multiphysique [ParFLOW](#), [SHEMAT-Suite](#) et [Alya](#).

Encadrants : [Pr. Iain Duff](#), Professeur dans le groupe d'analyse numérique du RAL (Rutherford-Appleton Laboratory), Royaume-Uni.

Dr. Daniel Ruiz.

### Unité Mathématiques et Informatique de Toulouse (MIAT), de l'INRA

2015 – 2016 **Ingénieur d'étude en bioinformatique** pour l'[UMR LSTM](#) de l'IRD, Montpellier: assemblage et annotation de génome et transcriptome de la légumineuse *Aeschynomene Evenia*. Développement d'outils pour l'analyse de données génomiques massives.

Encadrants : [Dr. J.F. Arrighi](#), Chargé de recherche à l'[UMR LSTM](#) (*Laboratoire des Symbioses Tropicales et Méditerranéennes*) de l'IRD de Montpellier (*Institut de Recherche pour le Développement*).

[Christophe Klopp](#), Ingénieur recherche à l'unité MIAT de l'INRA (*Institut National de la Recherche Agronomique*), et chef de projet pour la plateforme de bioinformatique [GenoToul](#).

2014 – 2015 **Ingénieur d'étude en bioinformatique** pour l'[UMR ISE-M](#) de l'IRD, Montpellier: développement d'outils statistiques pour la recherche de biodiversité chez des souches de virus CyHV-3.

Encadrants : [Dr. J.C. Avarre](#), Directeur de recherche à l'[UMR ISE-M](#) (*Institut des Sciences de l'Evolution de Montpellier*) de l'IRD de Montpellier.

Christophe Klopp.

2014 **Thèse de Master:** *Assemblage de génomes à l'aide de réseaux de fonctions de coûts*, un problème d'optimisation combinatoire.

Encadrant : [Dr. S. De Givry](#), Chargé de recherche à l'unité MIAT de l'INRA.

## Enseignement

2018–2021 : Enseignement entre l'ENSEEIHT, à l'ENM (École Nationale de la Météorologie) et la Prépa des INP, Toulouse.

- Informatique et programmation ( $\approx 80\text{h}$ ): Algorithmique et programmation impérative, systèmes d'exploitation centralisés et concurrents, programmation OpenMP.
- Mathématiques appliquées ( $\approx 50\text{h}$ ): EDP/EDO, optimisation, analyse de données et classification, Interpolation/Approximation d'EDO, Algèbre linéaire pour le data mining.

2019 : **Encadrement de I. Khalfaoui-Hassani** pour son stage de Master 1 à l'ENSEEIHT: Extension de l'ABCD-Solver à la solution de problèmes de moindres carrés. Rapport de stage:

I. Khalfaoui-Hassani, Ph. Leleux, and D., Ruiz, *The Column Block Cimmino Method*, internship report, CERFACS, September 2019. [https://cerfacs.fr/Cerfacs\\_report\\_stage\\_col\\_ABCD.pdf](https://cerfacs.fr/Cerfacs_report_stage_col_ABCD.pdf).

2020 : **Encadrement de S. Mauran** pour son stage de Master 1 à l'ENSEEIHT: "Accelerating the block Cimmino method with a partial augmentation technique using multiple grid levels", ajout dans l'ABCD-Solver d'une méthode à 2 niveaux de grilles.

2021 : **Encadrement de C. Schwarz** pour sa thèse de Master au FAU Erlangen-Nürnberg: Implémentation de l'extrapolation implicite et amélioration du solveur GmgPolar. Mémoire de Master: C., Schwarz, M., Kühn, C., Krüse, Ph., Leleux, and U., Rüde, *Geometric multigrid for the gyrokinetic Poisson equation from fusion plasma applications*, Master's thesis, FAU, December 2020. (Soumis pour publication par le [DLR](#)).

## Publications

### Journal avec comité de lecture

- A. Dumitrasc, P. Leleux, C. Popa, U. Rüde, and D. Ruiz, *Extensions of the Augmented Block Cimmino Method to the Solution of Full Rank Rectangular Systems*, **SIAM Journal on Scientific Computing**, 43 (2021), pp. S516–S539.
- J. Quilbé, L. Lamy, L. Brottier, P. Leleux, et al., *Genetics of nodulation in *aeschynomene evenia* uncovers mechanisms of the *rhizobium-legume symbiosis**, **Nature communications**, 12 (2021), pp. 1–14.
- A. Buttari, M. Huber, P. Leleux, T. Mary, U. Rüde, and B. Wohlmuth, *Block Low Rank Single Precision Coarse Grid Solvers for Extreme Scale Multigrid Methods*, **Wiley's Numerical Linear Algebra with Applications**, (2020).
- C. Chaintreuil, R. Rivallan, D. J. Bertioli, C. Klopp, J. Gouzy, B. Courtois, P. Leleux, et al., *A gene-based map of the nod factor-independent *aeschynomene evenia* sheds new light on the evolution of nodulation and legume genomes*, **DNA Research**, 23 (2016), pp. 365–376.
- S. Hammoumi, T. Vallaeyns, A. Santika, P. Leleux, E. Borzym, C. Klopp, and J.-C. Avarre, *Targeted genomic enrichment and sequencing of cyhv-3 from carp tissues confirms low nucleotide diversity and mixed genotype infections*, **PeerJ**, 4 (2016), p. e2516.

### Proceedings (avec comité de lecture)

- I. S. Duff, P. Leleux, D. Ruiz, and F. S. Torun, *Improving the scalability of the ABCD solver with a combination of new load balancing and communication minimization techniques*, in Parallel Computing: Technology Trends, Proceedings of the International Conference on Parallel Computing, **PARCO 2019**, Prague, Czech Republic, September 10-13, 2019, vol. 36 of Advances in Parallel Computing, IOS Press, 2019, pp. 277–286.

### Proceedings (sans comité de lecture)

- M. Huber, N. Kohl, P. Leleux, U. Rüde, D. Thöennes, and B. Wohlmuth, *Massively Parallel Multigrid with Direct Coarse Grid Solvers*, in NIC Symposium 2020, vol. 50 of Publication Series of the John von Neumann Institute for Computing (NIC) NIC Series, Jülich, Feb 2020, pp. 335 – 344.
- N. Briot, A. Chateau, R. Coletta, S. De Givry, P. Leleux, and T. Schiex, *An integer linear programming approach for genome scaffolding*, in WCB: Workshop on Constraint-Based Methods for Bioinformatics, 10th Workshop on Constraint-Based Methods for Bioinformatics (WCB), 2014, Lyon, France, Sept. 2014, p. 16.

### Thesis

- P. Leleux, *Hybrid direct and interactive solvers for sparse indefinite and overdetermined systems on future exascale architectures*, PhD thesis, CERFACS, cotutelle INPT Toulouse and FAU Erlangen-Nürnberg, 2021.

## Présentations en conférence internationale

- A. Buttari, M. Huber, P. Leleux, T. Mary, U. Rüde, and B. Wohlmuth, *Massively parallel multigrid with direct coarse grid solvers*, in The Platform for Advanced Scientific Computing 2021, **PASC 2021**, July 2021.
- P. Leleux, U. Rüde, and D. Ruiz, *A multigrid-inspired approach for the augmented block cimmino distributed solver*, in 20th Copper Mountain Conference On Multigrid Methods, **SIAM CM 2021**, March 2021.
- U. Rüde, D. Thoennes, N. Kohl, and P. Leleux, *Scalability and efficiency of parallel multigrid for the stokes system*, in SIAM Conference on Computational Science and Engineering, Online, **SIAM CSE 2021**, March 2021.
- P. Leleux, U. Rüde, and D. Ruiz, *Multigrid-based augmented block-cimmino method*, , in Sparse Days, CERFACS, July 2019.
- P. Leleux, U. Rüde, and D. Ruiz, *Multigrid-based augmented block-cimmino method*, in 28th Biennial Conference on Numerical Analysis, Strathclyde University, Glasgow, June 2019.

## Vie de la recherche

- Revue d'article pour le SIAM Journal on Scientific Computing (SISC).
- Organisation des conférences Sparse Days 2016-2021, et de la journée des doctorants du CERFACS 2017.
- 2019: Chef de projet pour un "accès préparatoire de type B" avec le groupe PRACE, partenaire européen pour le calcul scientifique. Attribution de 300k heures de calcul pour le développement de l'ABCD-Solver, sur les

- supercalulateurs [HazelHen](#) (LRHS, Stuttgart), [Marenostrum4](#) (BSC, Barcelona) and [JUWELS](#) (JFZ, Juelich).
- o 2017: Supervision du post-doc F. Sukru Torun pour son travail dans le projet EoCoE.
- o Présentation en séminaires au CERFACS, à l'IRIT, au FAU, à l'INRA et à l'université de Strathclyde, Glasgow.

## Computer skills

Programming Python, C, C++, Fortran, Java  
Languages

Parallel OpenMP, MPI, CUDA  
programming

Linear solvers BLAS, (Sca)LAPACK, MUMPS, ABCD-Solver, HHG, HyTeG  
and libraries

HPC Expérience importante dans l'utilisation de supercalulateurs et de batch scheduleurs (e.g. Slurm)