

# – Curriculum vitæ –

## Jean-Frédéric Gerbeau

3 janvier 2005

Né le 19 octobre 1970 à Sainte-Clotilde (Ile de La Réunion).

Nationalité française. Marié, quatre enfants. Service national effectué en 1994-1995.

**Adresse personnelle :** 14 bis, rue Dufétel 78150 Le Chesnay

**Tél. :** 01.39.54.75.15    **Tél. mobile:** 06.73.80.61.65

**Adresse professionnelle :** INRIA - Projet REO, Rocquencourt B.P.105, 78153 Le Chesnay

**Tél. :** 01.39.63.57.48    **Fax :** 01.39.63.58.82

**Courrier électronique :** Jean-Frederic.Gerbeau@inria.fr

**Page Web :** <http://www-rocq.inria.fr/Jean-Frederic.Gerbeau/>

## 1 Formation

- 2003 : **Habilitation à Diriger des Recherches** en mathématiques appliquées, Université Paris 6  
SUJET : Problèmes mathématiques et numériques en magnétohydrodynamique et en interaction fluide-structure.  
JURY : Y. Maday (prés.), R. Glowinski (rap.), B. Mohammadi (rap.), R. Temam (rap.), C. Le Bris, P. Le Tallec, R. Ohayon, B. Perthame.
- 1995-98 : **Thèse en Mathématiques Appliquées**, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées  
SUJET : Problèmes mathématiques et numériques posés par la modélisation de l'électrolyse de l'aluminium.  
JURY : B. Larroutourou (prés.), C. Le Bris (dir.), O. Pironneau (rap.), F. Poupaud (rap.), P.-L. Lions, M. Bercovier, P. Homsy, J.-P. Boujot.  
MENTION : *Très honorable avec félicitations.*
- 1995 : **Agrégation de mathématiques** (*reçu 68<sup>ème</sup> sur 414 admis*).
- 1994 : **DEA d'Analyse Numérique de l'Université Paris VI** (*Mention Très Bien*).
- 1994 : **Ingénieur civil des Ponts et Chaussées.**

## 2 Distinctions

Prix **CS 2002** (ex - prix CISI) de Mathématiques Appliquées décerné par la société Communications & Systèmes (partagé avec Claude Le Bris et Tony Lelièvre).

## 3 Emplois

- depuis 2004* : Co-responsable, avec M. Thiriet, du projet REO (simulation numérique d'écoulements biologiques) commun à l'INRIA et à l'université Paris 6.
- depuis 2001* : Chargé de recherche de 1<sup>ère</sup> classe à l'INRIA, Rocquencourt.
- 1999-2001* : Chargé de recherche de 2<sup>ème</sup> classe à l'INRIA, Rocquencourt.
- depuis 1999* : Maître de conférences à l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées.
- 1998-99* : Assistant à l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (stage post-doctoral).
- 1996-98* : Moniteur à l'université de Marne-La-Vallée.
- 1995-98* : Boursier de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées (doctorant).

## 4 Activités d'enseignement

### 4.1 Cours

- depuis 2003* : Cours dans le **DEA** d'Analyse Numérique de l'Université Paris 6, "Interaction fluide-structure dans les conduits biologiques" (avec **Y. Maday** et **M. Thiriet**)
- depuis 2003* : Cours dans le **Master** "Ingénierie mathématique" de l'Ecole Polytechnique de Tunisie, "Eléments finis en mécanique des fluides"
- 2000-2003* : Cours dans le **DEA** "EDP et Applications" de l'université Paris-Dauphine, "méthodes numériques en magnétohydrodynamique"
- depuis 1999* : **Maître de Conférence** à l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées. Cours de Calcul scientifique et Analyse. Prof. responsable : **A. Ern**.
- 1998* : **Chargé de cours** à l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées. Introduction à la théorie des distributions et aux espaces de Sobolev, équation de Laplace. Prof. responsable : **M. Balabane**.

### 4.2 Travaux dirigés

- 1998-99* : **Assistant** à l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne. **Env. 120h de TD** répartis en : calcul scientifique (3<sup>ème</sup> cycle, mastère commun à l'EPFL et à l'Ecole Polytechnique (France)), analyse numérique des EDP et modélisation (2<sup>d</sup> cycle), analyse numérique et analyse (1<sup>er</sup> cycle). Prof. responsable : **A. Quarteroni**.
- 1996-98* : **Moniteur** (stage pratique d'agrégation) à l'Université de Marne-la-Vallée. **132 heures de TD** en 1<sup>ère</sup> et 2<sup>ème</sup> année de DEUG mention MIAS et SM. Prof. responsable : **M. Meyer**.
- 1995-96* : **Chargé de TD** de mathématiques en DEUG de sciences économiques à l'Université de Marne-la-Vallée. **27 heures de TD**. Prof. responsable : **D. Lamberton**.
- 1995-96* : **Chargé de TP** en analyse numérique à l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées. **10 heures de TP** sur la méthode des éléments finis. Enseignant responsable : **L. Sainsaulieu**.

### 4.3 Divers

- 2003* : Cours sur l'interaction fluide-structure dans les écoulements sanguins dans le cadre d'une école d'été organisée à Lausanne par le réseau européen "Haemodel".
- 1994-95* : Service National comme scientifique du contingent : cours de mathématiques à des élèves sous-officiers (niveau terminale scientifique) et à des officiers (niveau DEUG scientifique).
- 1991-93* : Cours bénévoles de mathématiques à la maison d'arrêt de Paris-La Santé.

## 5 Activités d'encadrement

### 5.1 Thèses

- depuis 2003* : Co-encadrement avec Y. Maday de la thèse de Nuno Diniz dos Santos sur la simulation de valves biologiques.
- depuis 2002* : Co-encadrement avec B. Perthame et J.M. Hervouet (EDF) de la thèse d'Astrid Decoene sur les écoulements à surface libre (EDF Chatou).
- depuis 2001* : Co-encadrement avec B. Perthame de la thèse de Mohamed Belhadj sur la filtration des globules blancs du sang.

## 5.2 Autres

- 2003 : Co-encadrement avec J. Sainte-Marie du stage de DESS (6 mois) d'Elise Delavaud sur un couplage entre modèle de coeur et modèle d'artères.
- 2000-01 : Encadrement du stage long (1 an) de Tony Lelièvre, ingénieur du corps des Ponts et Chaussées, chez Aluminium Pechiney.
- 2001 : Encadrement du stage de DEA de Mohamed Marchoud, étudiant de l'université Paris-Dauphine (équations de Navier-Stokes et de coagulation/fragmentation).
- 2000 : Encadrement du stage de DEA d'Olivier de Chivré, étudiant de l'université Paris-Dauphine (méthode de pas fractionnaires pour les équations de la MHD).
- 1999 : Encadrement du stage de DEA de Nely Tsilisy, étudiant de l'université d'Orsay (méthode ALE pour la modélisation de l'interface libre entre deux fluides).
- 1998 : Encadrement du stage de maîtrise d'Alexandre Phung, étudiant de l'Université d'Orsay (méthodes d'éléments finis stabilisés en magnétohydrodynamique).
- 1997 : Encadrement du stage de 2<sup>ème</sup> année de Thierry Pubellier, élève ingénieur de la ville de Paris (parallélisation sous PVM de la résolution des équations de la magnétostatique).

## 6 Activités de recherche

### 6.1 Simulation numérique d'écoulements sanguins

**Mots clés :** *hémodynamique, interaction fluide structure, couplage multi-résolution.*

J'ai abordé ce sujet en 1999 dans l'équipe de **A. Quarteroni** à l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (stage post-doctoral). Nous nous sommes intéressés à l'interaction mécanique entre la paroi des grosses artères et l'écoulement sanguin. Nous avons en particulier proposé une méthode pour coupler un modèle d'interaction fluide structure 3D à un modèle de dimension réduite. Ceci a pour but d'une part de permettre une représentation multi-résolution du système circulatoire et d'autre part de fournir de bonnes conditions aux limites au modèle fluide-structure. Je continue à collaborer avec l'équipe de A. Quarteroni, en particulier dans le **projet européen** *Research Training Network "Haemodel"* dont je coordonne la partie française.

A l'INRIA, j'ai proposé, en collaboration avec **M. Vidrascu**, une nouvelle méthode de résolution des problèmes d'interaction fluide-structure (modèle de coques non linéaires en grands déplacements couplé aux équations de Navier-Stokes 3D sur domaine mobile) basée sur un algorithme de Newton-Krylov et un préconditionneur original. Cette méthode permet un gain important en efficacité et en robustesse par rapport aux techniques classiques, y compris dans des géométries complexes. En collaboration avec **P. Frey**, nous avons pu ainsi réaliser les premières simulations d'interaction fluide-structure sur des maillages issus de l'imagerie médicale (géométries réelles de bifurcations de carotides ou d'anévrismes).

Plusieurs travaux traitant de l'interaction fluide-structure dans les écoulements sanguins ont signalé l'apparition d'instabilités numériques dépendant des paramètres physiques et de la géométrie du problème. Avec **P. Causin** et **F. Nobile**, nous avons proposé une explication de ces observations par l'analyse numérique d'un modèle simplifié dont le comportement qualitatif est voisin de modèles plus complexes.

### 6.2 Magnétohydrodynamique des métaux liquides

**Mots clés :** *magnétohydrodynamique, équations de Navier-Stokes non homogènes, éléments finis stabilisés, interface libre.*

Ce travail a débuté en 1995 dans le cadre d'un contrat avec la société Aluminium Pechiney en collaboration avec **C. Le Bris**, **P.-L. Lions** et **M. Bercovier**. Cette activité contractuelle se poursuit en collaboration avec **C. Le Bris** et **T. Lelièvre**.

Nous avons établi l'existence de solutions pour divers systèmes de la magnétohydrodynamique (MHD), en particulier pour plusieurs fluides, et nous avons étudié le comportement en temps long d'un système de

deux fluides incompressibles. Nous avons proposé quelques schémas pour les équations de la MHD. Nous avons en particulier analysé la convergence d'une méthode d'éléments finis stabilisés. Nous avons proposé et analysé une formulation ALE des équations de la MHD permettant de simuler le comportement d'une interface libre entre métaux liquides en présence d'un champ magnétique. Des phénomènes physiques non triviaux ont pu être ainsi simulés numériquement, comme le roulement d'une nappe de métal liquide sous l'effet d'un champ magnétique (*metal pad rolling*).

**Transferts technologiques** : Un code d'éléments finis 3D que j'ai développé, en collaboration avec **T. Lelièvre**, est actuellement utilisé chez Aluminium Pechiney au Centre de Recherches de Voreppe. Ce code a fait l'objet d'un dépôt à l'Agence sur la Propriété des Programmes (APP) en 2003. De plus, une méthode numérique que nous avons proposée à Pechiney puis à Fluent Inc. a été implémentée dans la version 8.6 du code de calcul FIDAP (fonction *body-force filter*).

### 6.3 Ecoulements à surfaces libres

**Mots clés** : *équations de Saint-Venant, hypothèse hydrostatique.*

En collaboration avec **B. Perthame**, nous avons proposé une dérivation asymptotique des équations de Saint-Venant incluant des termes visqueux et des termes de frottement. Des simulations numériques directes des équations de Navier-Stokes avec surface libre ont permis de montrer la pertinence des corrections apportées aux équations de Saint-Venant classiques. Cette étude a été effectuée dans le cadre d'une action concertée incitative (ACI 2000) "Prévention des catastrophes naturelles" du Ministère de la Recherche.

## 7 Responsabilités diverses

### 7.1 Organisation d'écoles

- 2004 : Organisateur, avec **E. Cancès**, de l'école d'été CEMRACS 2004 sur le thème "Mathématiques et applications biomédicales" (6 semaines en juillet-août 2004)
- 2004 : Organisateur avec **J.L. Vaudescal** (EDF) et **J.Y. Berthou** (EDF) de l'école CEA-EDF-INRIA "couplage de codes, couplage de modèles" (juin 2004).

### 7.2 Participation à des comités ou jurys de concours

- depuis 2004* : Membre de la commission de spécialistes (26ème section) de l'université de Montpellier 2.
- 2003-2004* : Membre du comité des bourses de l'INRIA Rocquencourt.
- depuis 2002* : Membre du jury de l'agrégation externe de mathématiques.
- 1996* : Membre du jury de l'épreuve TIPE des concours d'entrées aux grandes écoles.

### 7.3 Participation à des jurys de thèse

- 2004 : Emmanuel Audusse, *Modélisation hyperbolique et analyse numérique pour les écoulements en eaux peu profondes*, Université Paris 6.
- 2004 : Simone Deparis, *Numerical analysis of axisymmetric flows and methods for fluid-structure interaction arising in blood flow simulation*, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (*rapporteur*).
- 2002 : Paolo Zunino, *Mathematical and numerical modeling of mass transfer in the vascular system*, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (*rapporteur*).

## 8 Projets internationaux

- 2002 - 2006 : Coordinateur de la partie française d'un réseau européen **RTN** sur les écoulements sanguins. Participants: INRIA, Université Paris 6, Politecnico de Milan (Italie), Imperial College (Angleterre), Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (Suisse), Instituto Superior Técnico de Lisboa (Portugal), Technische Universität Graz (Autriche).
- 2000 - 2001 : Projet STIC 2000-4 de coopération entre l'INRIA et l'Ecole Polytechnique de Tunisie.

## 9 Séjours scientifiques à l'étranger

- sept 98- août 99 : Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Suisse
- avril 2001 : Ecole Polytechnique de Tunisie
- mai 2001 : Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC), Brésil

## 10 Publications

### 10.1 Articles dans des revues avec comité de lecture

- [1] J.-F. Gerbeau, C. Le Bris, Existence of solution for a density-dependent magnetohydrodynamic equation, *Advances in Differential Equations*, Vol. 2, Num. 3, p. 427-452, 1997.
- [2] J.-F. Gerbeau, C. Le Bris, M. Bercovier, Spurious velocities in the steady flow of an incompressible fluid subjected to external forces, *International Journal for Numerical Methods in Fluids*, Vol. 25, p. 679-695, 1997.
- [3] J.-F. Gerbeau, C. Le Bris, A coupled system arising in Magnetohydrodynamics, *Applied Mathematics Letters*, Vol. 12, Num. 3, p. 53-57, May 1999.
- [4] J.-F. Gerbeau, C. Le Bris, On the long time behaviour of the solution to the two-fluids incompressible Navier-Stokes equations, *Differential and Integral Equations*, Vol. 12, Num. 5, p. 691-740, 1999.
- [5] J.-F. Gerbeau, C. Le Bris, Comparison between two numerical methods for a magnetostatic problem, *Calcolo*, Vol. 37, p. 1-20, 2000.
- [6] J.-F. Gerbeau, C. Le Bris, A basic remark on some Navier-Stokes equations with body forces, *Applied Mathematics Letters*, Vol. 13, Num. 3, p. 107-112, 2000
- [7] J.-F. Gerbeau, A stabilized finite element method for the incompressible magnetohydrodynamic equations, *Numerische Mathematik*, Vol. 87, Num. 1, p. 83-111, 2000
- [8] L. Formaggia, J.-F. Gerbeau, F. Nobile, A. Quarteroni, On the Coupling of 3D and 1D Navier-Stokes Equations for Flow Problems in Compliant Vessels, *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, Vol. 191, Num. 6-7, p. 561-582, 2001
- [9] J.-F. Gerbeau, B. Perthame, Derivation of viscous Saint-Venant system for laminar shallow water; numerical validation, *Discrete and Continuous Dynamical Systems: Series B*, Vol. 1, Num. 1, p. 89-102, 2001
- [10] L. Formaggia, J.-F. Gerbeau, F. Nobile, A. Quarteroni, Numerical treatment of defective boundary conditions for the Navier-Stokes equations, *SIAM Journal on Numerical Analysis*, Vol. 40, Num. 1, p. 376-401, 2002
- [11] J.-F. Gerbeau, C. Le Bris, T. Lelièvre, Simulations of MHD flows with moving interfaces, *Journal of Computational Physics*, Vol. 184, Num. 1, p. 163-191, 2003
- [12] M. Belhadj, J.-F. Gerbeau, B. Perthame, A multiscale colloid transport model with anisotropic degenerate diffusion, *Asymptotic Analysis*, Vol. 34, Num. 1, p. 41-54, 2003
- [13] J.-F. Gerbeau, M. Vidrascu, A *Quasi-Newton Algorithm Based on a Reduced Model for Fluid-Structure Interaction Problems in Blood Flows*, *Mathematical Modelling and Numerical Analysis (M2AN)*, Vol. 37, Num. 4, p. 631-648, 2003

[14] M. Thiriet, S. Salmon, J.-F. Gerbeau, *Medical image - based computational model of pulsatile flow in saccular aneurisms*, *Mathematical Modelling and Numerical Analysis (M2AN)*, Vol. 37, Num. 4, p. 663-680, 2003

[15] J.-F. Gerbeau, T. Lelièvre, C. Le Bris, *Modeling and simulation of the industrial production of aluminium: the nonlinear approach*, *Computers and Fluids*, Vol. 33, p. 801-814, 2004

[16] J.-F. Gerbeau, M. Vidrascu, P. Frey, *Fluid-Structure Interaction in Blood Flows on Geometries coming from Medical Imaging*, *Computers and Structure*, Vol. 83, Num. 2-3, p. 155-165, 2005

[17] P. Causin, J.-F. Gerbeau, F. Nobile, *Added-mass effect in the design of partitioned algorithms for fluid-structure problems*, Rapport de recherche INRIA No 5084, accepté pour publication dans *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*

## 10.2 Chapitres de livre

[18] J.-F. Gerbeau, C. Le Bris, *Mathematical study of a coupled system arising in Magnetohydrodynamics*, Eds. Lumer & Weis, p. 355-367, 2000, Lecture Notes in Pure and Applied Sciences, vol. 215, Marcel Dekker.

## 10.3 Rapports de recherche

[19] J.-F. Gerbeau, N. Glinsky-Olivier, B. Larrouturou, *Semi-implicit Roe-type fluxes for low-Mach number flows*, Rapport de recherche INRIA No 3132, 1997.

[20] M. Belhadj, E. Cancès, J.-F. Gerbeau, A. Mikelic, *Homogenization approach to filtration through a fibrous medium*, Rapport de recherche INRIA No 5277, 2004.

[21] S. Deparis, J.-F. Gerbeau, X. Vasseur, *A Dynamic Preconditioner for Newton-Krylov Algorithms. Application to Fluid-Structure Interaction*, Rapport de Recherche INRIA No 5352, 2004

## 10.4 Actes de congrès

[22] J.-F. Gerbeau, *Comparison of numerical methods for solving a magnetostatic problem. Application to the magnetohydrodynamic equations*, *Proceedings of the Fourth European Computational Fluid Dynamics, ECCOMAS 98*, Vol. 1, Part 2, p. 821-825, J. Wiley & Sons, 1998.

[23] J.-F. Gerbeau, *Numerical simulations in magnetohydrodynamics with free surfaces*. *Proceedings of the First M.I.T. Conference on Computational Fluid and Solid Mechanics*, Vol. 2, p. 1184-1187, Elsevier, 2001.

[24] J.-F. Gerbeau, T. Lelièvre, C. Le Bris, N. Ligonésche, *Metal Pad Roll Instabilities*, *Light Metal 2002*, p. 483-487, 2002

[25] J.-F. Gerbeau, T. Lelièvre, C. Le Bris, *Numerical simulations of two-fluids MHD flows*, *Fundamental and Applied MHD. Proceedings of the Fifth international Pamir Conference*, p. I.101-I.105, 2002

[26] S. Salmon, M. Thiriet, J.-F. Gerbeau, *Numerical simulations of blood flows in arteries for interventional medicines*, p. 140-145, ESAIM-Proceedings Vol. 12, 2002

[27] J.-F. Gerbeau, *A quasi-Newton method for a fluid-structure problem arising in blood flows*. *Proceedings of the Second M.I.T. Conference on Computational Fluid and Solid Mechanics*, Vol. 2, p. 1355-1357, Elsevier, 2003.

## 11 Communications

### 11.1 Conférences plénières

[1] 26th National Congress in Computational and Applied Mathematics (CNMAC), Brésil, 2003

## 11.2 Communications dans des congrès internationaux

- [1] European Computational Fluid Dynamics, ECCOMAS, Athènes, Grèce, 1998.
- [2] Numerical Mathematics and Advanced Applications, ENUMATH, Jyväskylä, Finlande, 1999
- [3] French-Russian-Finnish Workshop, Jyväskylä, Finlande, 2000
- [4] Applied Mathematics for industrial flows, AMIF, Italie, 2000
- [5] First M.I.T. conference on Computational Fluid and Solid Mechanics, USA, 2001
- [6] Fifth international PAMIR Conference on Fundamental and Applied MHD, France, 2002
- [7] Conf. on Modelling & Simulation for Computer-aided Medecine and Surgery, France, 2002
- [8] Applied Mathematics and Applications of Mathematics, AMAM, France, 2003
- [9] Second M.I.T. conference on Computational Fluid and Solid Mechanics, USA, 2003

## 11.3 Séminaires et congrès nationaux (*liste non exhaustive*)

- 29<sup>ème</sup> Congrès National d'Analyse Numérique, 1997
- Congrès des utilisateurs des codes de calcul FIDAP/FLUENT, 1997
- 32<sup>ème</sup> Congrès National d'Analyse Numérique, 2000
- 13<sup>ème</sup> Séminaire de Mécanique des Fluides Numérique du CEA, 2001
- Ecole CEA-EDF-INRIA "Ecoulements peu profonds à surface libre", 2002
- Séminaire en l'honneur d'Ivo Babuska, Université Paris 6, 2003
- Prospective sur la modélisation mathématique en médecine (20 ans de la SMAI), 2003
- Colloque "interaction fluide-structure et E.D.P. non linéaires", université de Mulhouse, 2003
- Séminaire de mathématiques appliquées du Collège de France, 2003