Stéphane Clain
3 rue du chambon
63170 Aubière
Tél : +33 (0)4 73 44 84 67
e-mail : stephane.clain@math.univ-bpclermont.fr

37 ans
Maître de Conférences
Laboratoire de Mathématiques, UMR 6620
Université Blaise Pascal
63177 Aubière cedex

Cursus académique

- **2004** Habilitation à diriger les recherches à l'Université Blaise Pascal.
  Titre: *Contributions à la modélisation mathématique et à la simulation numérique de processus physico-chimique.*
  Jury: R. Abgrall, Y. Amirat, G. Caloz, O. Pironneau, J. Rappaz, R. Touzani.
- **1998**, Maître de Conférences à l'Université Blaise Pascal.
- **1997** Séjour Post-doctoral à l'Université de Louvain (Belgique).
- **1996** Séjour Post-doctoral à l'Université de Lisbonne (Portugal).
- **1995** Séjour Post-doctoral à l'École Polytechnique de Turin (Italie).
- **1994** Thèse de doctorat ès sciences à l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne (Suisse).
  Titre: *Analyse mathématique et numérique d'un modèle de chauffage par induction.*
  Jury: B. Dacorogna, T. Gallouët, M. Pierre, J. Rappaz, R. Touzani.
- **1991** Magistère de Mathématiques à l'Université de Rennes.

Domaines de Compétences

- Analyse mathématique des équations aux dérivées partielles : existence, unicité, stabilité.
- Analyse numérique des équations aux dérivées partielles : méthodes d'éléments finis, de volumes finis, de différences finies. Étude de la convergence des schémas numériques.
- Simulation numérique de problèmes complexes : écoulement compressible de fluide en milieu poreux, électromagnétisme, chauffage par induction, problèmes à frontière libre, ablation thermique avec changement de phase.
- Implémentation sur ordinateur et mise en œuvre de schémas numériques.
- Programmation C, C++, Fortran, Pascal, Matlab. Très bonne maîtrise de l'outil informatique et bonne connaissance de l'environnement UNIX.

Encadrement d'étudiants

- Encadrement de la thèse de Vivien Clauzon depuis septembre 2004 sur *la simulation numérique des torches à plasma*.
- Co-encadrement de la thèse de David Rochette sur *la simulation numérique des fusibles moyenne tension*, en partenariat avec le Laboratoire d'Arc Electrique et Plasma Thermique. Cette thèse a été soutenue en décembre 2002.
- Co-encadrement de la thèse de Jérome Rossignol sur *l'ablation thermique par le pied d'arc électrique* en partenariat avec le Laboratoire d'Arc Electrique et Plasma Thermique. Cette thèse a été soutenue en juin 2000.
- Encadrement de stages et de projets d'étudiants.

Projet de deuxième année de l'ISIMA "Etude de l'équation de Bürger", 55 pages. Notion de caractéristiques et principe d'entropie, méthode de volumes finis avec solveur de Roe. Simulation du tube à choc et correcteur entropique.

Projet de deuxième année de l'ISIMA "Modélisation et simulation numérique d'un écoulement dans un microtube par capillarité" 36 pages. Construction d'un modèle sur la base de l'équation de Stokes et d'une condition de contact due à capillarité. Etude de solutions particulières et construction d'un schéma numérique avec les éléments finis.

Projet de deuxième année de l'ISIMA "Simulation numérique de la dissolution d'une plaque de verre" 66 pages. Modélisation d'un problème de frontières libres couplant la capillarité et la dissolution. Mise en œuvre d'un schéma numérique à l'aide d'une méthode de suivi de front.

Projet de deuxième année du CUST "Application d'une méthode de décomposition à un problème de géologie" 58 pages. Ce travail a été effectué en collaboration avec le Laboratoire de Géologie de l'Université d'Orsay.

Projet de première année du CUST "Ecoulement granulaire sec" 29 pages. Méthode particulaire avec une loi d'interaction entre les particules fondée sur le modèle du ressort amorti. Mise en œuvre d'un algorithme de suivi de particles et simulation numérique de leur interaction.

Projet de première année du CUST "Simulation d'un écoulement" 55 pages. Equation de type Bürger avec une loi de Darcy pour modéliser le freinage du fluide. Schémas numériques : décentré, Lax-Wendroff. Stabilité d'un schéma. Etude des caractéristiques pour un problème non homogène.

Projet de première année du CUST "Modélisation de l'ablation thermique d'une barre soumise à un flux de chaleur constant" 44 pages. Etude d'un problème à frontières libres couplant une formulation enthalpique pour d'écrire l'évolution thermique de la barre et évaluer le taux de vaporisation. Implémentation de plusieurs schémas numériques et mise en œuvre.

Projet de TER en Maitrise de Mathématiques "Modélisation et simulation numérique de la circulation sur une autoroute" 24 pages. Loi de conservation, problème non linéaire, notion de caractérisitiques, condition de Rankine-Hugoniot. Implémentation des schémas décentré, Godunov et Roe. Tests numériques avec plusieurs lois constitutives reliant la vitesse à la densité.

Collaborations scientifiques et coopérations avec l'industrie

- Contrat avec la société Schneider Electrique sur la modélisation et la simulation d'écoulements compressibles dans des filtres poreux.
- Coopration avec le Groupement moyenne tension réunissant les principales entreprises de l'électrotechnique moyenne tension telles que Ferraz, Alstom, Schneider Electric. L'objectif est la modélisation et la simulation du fusible moyenne tension.
- Collaboration avec le Laboratoire de Mécanique de Louvain-la-neuve (Belgique) sur le couplage de la capillarité avec un processus de dissolution pour modéliser l'usinage de micropointes.
- Collaboration avec l'Université de Graz dans le cadre du contrat EGIDE sur les problèmes à frontière libre.
- Professeur invité à l'Université d'Aveiro (mai 2003). Rédaction d'un cours d'éléments finis pour publication aux presses universitaires d'Aveiro.

Enseignement

- Enseignement de l'analyse numérique en Licence et en Maîtrise de Mathématiques et de Mécanique. Mon enseignement porte essentiellement sur les méthodes numériques classiques (intégration, résolution d'un système linéaire, valeurs propres, point fixe, interpolation,...) ainsi que sur les méthodes de type éléments finis ou différences finies (existence, unicité, principe du maximum, stabilité et convergence de schémas, mise en œuvre sur ordinateur).
- Cours de calcul différentiel (40H) et cours d'analyse matricielle (30H) en première année d'école d'ingénieurs (CUST, section génie mathématiques).
- Nombreux Travaux Pratiques et Travaux Dirigés sur les méthodes numériques en C, Pascal ou Matlab. Enseignement de langages de programmation tel que le C, Matlab, Pascal.
- Cours sur les méthodes de volumes finis au Département de Mathématiques de l'Université d'Aveiro (Portugal) durant le mois de mai 2003. Suite à cette collaboration, je rédige actuellement un cours d'éléments finis en portugais qui sera publié aux presses universitaires d'Aveiro (version provisoire sur mon site `http://math.univ-bpclermont.fr/~clain`).

Activités administratives

- Membre du conseil du Département de Mathématiques et Informatique depuis janvier 2003. Je me suis occupé de la gestion financière du département et, depuis mai 2004, de l'organisation des services d'enseignement.
- Organisateur de différentes manifestations dans le cadre du Laboratoire de Mathématiques (Fête de la science, Science 2000). En outre, j'interviens régulièrement dans différentes activités de représentation du département (Forum infosup).
- Participation à la construction des maquettes pour le nouveau système LMD entré en vigueur en septembre 2004.
- Membre titulaire de la commission de spécialistes de la $26^{\text{ième}}$ section de l'Université Blaise Pascal et membre suppléant de celle de l'École Centrale de Lyon.

Recherches

Je résume ici mes activités de recherche entre la période 1994 après ma thèse et 2005. Une version détaillée se trouve dans le document de l'Habilitation à Diriger les Recherches joint au présent dossier et disponible sur le site : `http://math.univ-bpclermont.fr/~clain`.

Chauffage par induction

La thématique du chauffage par induction est issue de mon travail de thèse. J'ai développé, dans la cadre d'un projet industriel, un outil numérique à visée industrielle [1], [2], [3], [20], [6], pour la société AMYSA Yverdon (Suisse). En parallèle, je me suis intéressé au problème d'existence et unicité pour le modèle de chauffage par induction sous des hypothèses physiquement réalistes (coefficients des matériaux non bornés) [5], [7]. Je me suis aperçu très vite que le cadre hilbertien était inadapté à cause d'un second membre de type mesure ou L^1 et lors de mon séjour à Turin dans le laboratoire du Professeur C. Canuto, j'ai développé des outils afin de contourner cette difficulté. L'idée principale est de travailler dans les espaces de Sobolev fractionnaire afin d'obtenir des estimations non pas avec des dérivées entières (comme W_p^2) car c'est impossible avec un second membre mesure mais d'obtenir une estimation avec des dérivées fractionnaires en utilisant les espaces W_p^{1+s}. Cette approche permet de montrer des convergences en $O(h^s)$ pour les schémas numériques de type éléments finis [4] dans le cas simple du laplacien. J'ai étendu la méthode à un cas plus général [8] où l'opérateur elliptique a des coefficients Höldériens mais le problème de convergence du schéma numérique reste à ma connaissance ouvert puisque la stabilité dans L^p du projecteur elliptique avec coefficients Höldériens n'a pas été prouvée.

Frontières libres

J'ai effectué en 1995 un séjour post-doctoral dans le laboratoire du Professeur Jose-Francisco Rodrigues de l'Université de Lisbonne sur le thème des frontières libres. La problématique est l'étude de l'interaction d'un liquide corrosif avec un matériau solide. Une des difficultés majeures du problème est qu'au cours du temps, la frontière réactive peut se disloquer conduisant à des problèmes de ruptures topologiques.
Dans un premier temps, j'ai étudié sur un plan théorique le cas unidimensionel [9] dans les espaces de Sobolev et le problème bidimensionnel pour des temps petits dans les espaces de Hölder [10]. J'ai poursuivi ce travail sur le plan de la simulation numérique en construisant un modèle mathématique et un schéma numérique fondés sur la méthode des surfaces de niveaux (level sets). Cette technique permet de suivre l'évolution des frontières pour tout temps même si une rupture topologique se manisfeste [14] (par exemple la pièce se coupe en deux).

Une des difficultés majeures pour le suivi des frontières est la résolution d'une équation de type Hamilton-Jacobi. A cette fin, j'ai proposé un nouveau schéma numérique pour des maillages non structurés [22]. Je co-encadre aussi depuis octobre 2004, en collaboration avec le Professeur Rachid Touzani, la thèse de Malcom Djenno sur l'utilisation de cette méthode couplée avec une technique MUSCL afin d'améliorer la résolution de problèmes de frontières libres.

J'ai travaillé en 1997 au laboratoire de Mécanique du Professeur François Dupret à l'Université de Louvain-la-neuve pour poursuivre sur la thématique des frontières libre sur les problèmes d'usinage des micro-pointes. Après une étude préliminaire [21], nous avons développé une théorie sur le couplage de la capillarité et de la dissolution sur la base de l'équation de Laplace, de la loi de Young et du principe de stabilité statique [27]. Le principal apport de ce travail est l'introduction de la notion de courbe métastable permettant une description du processus d'usinage.

Depuis 2002, je travaille sur un problème de frontière libre issu de la modélisation de formage électromagnétique : le problème de Bernoulli. La principale difficulté est la prise en compte de possibles ruptures topologiques lors du formage. Sur la base d'une formulation en surfaces de niveaux, j'ai construit en collaboration avec François Bouchon et Rachid Touzani un modèle mathématique et des schémas numériques pour déterminer la configuration finale du domaine à frontière libre [17]. Nous somme actuellement en train de construire des schémas plus précis (d'ordre 2) [29] évitant en particulier les problèmes d'oscillations autour de la solution finale que l'on rencontre avec la première méthode.
Depuis 2004, ce travail a donné lieu à une collaboration avec les Professeurs Gunther Peichl et Karl Kunisch de l'Université de Graz (Autriche) dans le cadre du contrat EGIDE (Autriche, programme Amadeus) avec notre groupe sur une extension, basée sur l'équation de Stokes.

Pied d'arc électrique

En janvier 1999, j'ai commencé une collaboration avec le Laboratoire d'Arc Electrique et Plasmas Thermiques de l'Université Blaise Pascal (LAEPT) du Professeur André Lefort. J'ai co-encadré, en liaison avec le Professeur Mhammed Abbaoui, la thèse de Jérôme Rossignol (soutenue en juin 2000) sur le thème du pied d'arc électrique. Le travail portait sur l'ablation thermique de la surface cathodique par le pied d'arc électrique. Sur la base d'une formulation enthalpique avec frontière libre, nous avons mené des études et effectué des simulations de l'ablation pour un problème unidimensionel [11].
La principale difficulté est la relation entre le flux thermique d'une part et la constitution du pied d'arc d'autre part (densité ionique et électronique dans les zones de transitions du pied) [23], [13]. En particulier, un choix judicieux des matériaux et des tensions peut conduire à des applications industrielles importantes dans le domaines des contacteurs [24], [25], [19]. Actuellement, un nouveau modèle bidimensionnel est opérationnel et une étude systématique sur

les profils d'arc et mise en œuvre.

Depuis septembre 2004, j'encadre en tant que directeur, la thèse de Vivien Clauzon sur la modélisation et la simulation numérique des torches à plasma en collaboration avec le Laboratoire de Traitement de Surface de l'Université de Limoges auquel je suis associé dans un Groupement d'Intérêt Scientifique (GIS). Le plasma des torches est généré par de puissants arcs électriques dans une chambre cathodique. Ce plasma est éjecté de la chambre à grande vitesse pour former un faisceau de gaz très chaud porteur de particules. Nous construisons des modèles hydrodynamiques en trois dimensions d'espace pour appréhender les interactions complexes entre le milieu gazeux et les décharges électriques.

Milieu poreux

A partir de septembre 2000, j'ai co-encadré la thèse de David Rochette (soutenue en décembre 2002) sur la modélisation des fusibles. Ce problème insdustriel très complexe met en jeu de nombreux phénomènes: dynamique des gaz d'un système multifluides, porosité et homogénéisation, vaporisation et condensation de phase, plasma thermique et ablation. Dans le cadre d'une collaboration avec le laboratoire LAEPT et le groupement des fusibles moyennes tensions réunissant les entreprises Schneider Electric, EDF, Ferraz et Alstom, j'ai étudié des modèles d'écoulement de gaz compressibles en milieu poreux et mis en œuvre des schémas numériques pertinents [12], [15].
Un des points clés de ce travail est la construction du modèle micro-macro [16] permettant une modélisation fine du transfert thermique à l'échelle du milieu poreux (généralement un sable de silice calibré).
Une deuxième difficulté réside dans la variabilité de la porosité du milieu conduisant à un système hyperbolique non conservatif. En collaboration avec Thierry Buffard, nous avons élaboré un schéma numérique adapté au problème non conservatif [18]. Ce travail s'accompagne aussi d'une autre étude plus générale sur les schémas MUSCL pour des maillages non structurés afin de gagner en précision et en temps de calcul [30].

Ce travail a intéressé la société Schneider Electric avec qui j'ai engagé un contrat (octobre 2004-octobre 2005) sur la modélisation et la simulation d'écoulements de gaz compressibles dans des filtres poreux. En effet, de nombreux appareillages électriques utilisent des filtres poreux afin de limiter les risques d'explosion en cas de coupure critique. J'ai développé en collaboration avec François Gentils, François Giraud de Schneider Electric et David Rochette de l'IUT Montluçon un programme de simulation d'écoulement compressible pour un milieu poreux discontinu [26], [28]. Cette étude est maintenant très avancée et les ingénieurs de Schneider Electric souhaitent renouveler cette collaboration pour une période de deux ans avec des modèles bidimensionnels plus sophistiqués.

Projets de recherche

Les projets de recherches que je souhaite poursuivre sont dans la continuité des collaborations que j'ai déjà entrepris.

Projet "frontières libres"

Les travaux commencés sur le problème de Bernoulli en collaboration avec Karl Kunisch et Gunther Peichl ont permis de développer des outils efficaces pour le calcul d'interfaces au problème de formage électromagnétique. L'origine hydrodynamique du problème nous amène à considérer une formulation plus complexe en utilisant l'opérateur de Stokes au lieu du laplacien. De nouvelles difficultés apparaissent. Elles sont dues en particulier au caractère vectoriel et non linéaire du problème. Nous sommes actuellement en train d'élaborer une formulation avec des surfaces de niveau pour aboutir à une mise en œuvre numérique.
Les méthodes de résolution de l'équation d'Hamilton-Jacobi, et en particulier, la résolution de problèmes à frontière libre est un axe important de mes recherches. Le cas délicat de frontières gouvernées par des vitesses discontinues (problème de l'obstacle) reste difficile est nécessite des schémas adaptés.
En dernier lieu, je souhaite poursuivre ma collaboration avec le Laboratoire d'Arc Electrique et Plasma Thermique sur l'ablation thermique d'un matériau. Le couplage de la thermique avec changement de phase et les frontières libres contient une difficulté majeure : le fait que la frontière libre ne correspond pas avec les noeuds du maillage dégrade l'ordre de la méthode. L'idée est de modifier la base des éléments finis de manière à l'adapter à la frontière sans pour autant envisager la reconstruction d'un nouveau maillage.

Projet "milieux poreux"

En mars 2005, j'ai proposé un nouveau projet de modélisation et simulation d'écoulements de gaz compressible pour les filtres poreux avec la société Schneider Electric dans la suite du premier contrat qui s'achèvera en octobre 2005. Ce projet de contrat sur deux ans consiste à construire et mettre en œuvre des schémas numériques pour les équations d'Euler multi-fluides dans un milieu avec porosité discontinue (les filtres) en deux dimensions d'espace. On obtient un système hyperbolique non conservatif où l'approximation de la solution dans la zone de discontinuité est cruciale pour obtenir une bonne simulation des ondes réfléchie et transmise. L'utilisation d'un solveur adapté, couplé à une méthode MUSCL multi-pentes actuellement en développement, sera un axe de recherche important.
Une autre application de ces schémas numériques est la simulation des arcs électriques dans un fusible. En effet, l'érosion brutale du milieu poreux par le plasma au cours du temps conduit à un problème de dynamique des gaz compressibles en milieu poreux variable en temps et espace.

Projet "torche à plasma"

J'encadre actuellement un étudiant en thèse sur la modélisation et le simulation numérique des torches à plasma. Ce projet réunit plusieurs aspects telles que l'hydrodynamique des plasmas froids dont la loi de pression devient très complexe pour les températures de ionisation et l'électromagnétisme pour d'écrire les arcs électriques dans la chambre cathodique (création, extension, extinction). Les applications des torches à plasma sont très importantes dans le monde industriel (découpe, dépot de couche mince, traitement de surface, propulsion).
Le projet que je souhaite poursuivre s'oriente dans trois directions. La première est la mise au point de solveurs adaptés à la résolution de problème d'hydrodynamique pour les plasmas. La deuxième est le développement des méthodes MUSCL pour des problèmes en trois dimensions d'espace. En troisième lieu, je souhaite adapter les méthodes de volumes finis pour le laplacien afin de permettre la résolution du terme de viscosité du gaz.

Liste de publications

Articles parus dans des revues à comité de lecture

1. S. Clain, J. Rappaz, M. Swierkosz, R. Touzani, *Numerical modelling of induction heating for two-dimensional geometries.* Mathematical Models and Methods in Applied Sciences vol 3, No 6, p. 905-822 (1993)

2. S. Clain, J. Rappaz, M. Swierkosz, *Coupling between nonlinear Maxwell and heat equations for an induction heating problem: modelling and numerical methods.* Finite Element Methods: Fifty Years of the Courant Element, lecture notes in pure and applied mathematics, vol. 164, p. 163-171 (1994).

3. C. Chaboudez, S. Clain, R. Glardon, J. Rappaz, M. Swierkosz, R. Touzani, *Numerical Modelling in Induction Heating of Long Workpieces.* IEEE Transactions on Magnetism, vol. 30, No 6, p. 5028-5037 (1994).

4. S. Clain, *Finite Element Approximations for the Laplace Operator with a Right-hand side Measure.* Mathematical Models and Methods in Applied Sciences vol 6, No 5, (1996)

5. S. Clain, R. Touzani, *A Two-Dimensional Stationary Induction Heating Problem.* Math. Meth. in the Applied Science, Vol. 20, p. 759-766 (1997)

6. C. Chaboudez, S. Clain, R. Glardon, J. Rappaz, M. Swierkosz, *Numerical Modelling in Induction Heating for Axisymmetric Geometries.* IEEE Trans. Mag., Vol 33 No 1 (1997), p. 739-745.

7. S. Clain, R. Touzani, *Solution for a Two-Dimensional Stationary Induction Heating Problem Without Bounding Conditions on the Physicals Proprieties.* Mathematical Modelling and Numerical Analysis, Vol. 31, No 7, p. 845-870 (1997)

8. S. Clain, *On Elliptic Operators with Hölder Coefficients in Fractional Sobolev Spaces.* Rendiconti di Matematica, Serie VII, Vol 17 p. 207-236, (1997).

9. S. Clain, *Chemical attack in free boundary Domains.* Journal of Applied Analysis, Vol. 5, No. 1, pp 35-58 (1999).

10. S. Clain, J. F. Rodrigues, *Local Classical Solutions for a Chemical System with Free Boundary.* Journal of Differential and Integral Equation, Vol 13, pp. 903-920 (2000).

11. Rossignol J., Abbaoui M., Clain S. *Numerical Modeling of Thermal Ablation Phenomena Due to Cathodic Spot* Journal of Physics D: Applied Physics, No 33, p. 2079-2086 (2000)

12. D. Rochette, S. Clain, *Numerical simulation of an abrupt pressure impact in a HBC fuse: comparison between Darcy and non-Darcy model.* Transport in Porous Media Vol 53, p. 25-37, (2003).

13. J. Rossignol, S. Clain ,M. Abbaoui, *The modelling of the cathod sheat of an electrical arc in vacuum* Journal of Physics D: Applied Physics, No 36, p. 1-3 (2003)

14. S. Clain, *Chemical Attack Simulation for Two Dimensional Geometries with the Level Set Method* Computational Materials Science Vol 29, p. 76-88, (2004)

15. D. Rochette, S. Clain, *Mathematical model and simulation of gas flow through a porous medium in high breaking capacity fuses.* Heat and Fluid Flow, Vol. 25, p. 115-126, (2004).

16. D. Rochette, S. Clain, *Local heat transfer of compressible fluid in porous media: application to the HBC fuse,* International Journal of Heat and Fluid flow, No 26, pp 322-333 (2005).

17. F. Bouchon, S. Clain, R. Touzani, *Numerical solution of the Bernoulli problem using a level set formulation.* A paraître dans Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering.

18. D. Rochette, S. Clain, T. Buffard, *Numerical scheme to compute a compressible gas flow in variable porous media.* Accepté dans International Journal of Computational Fluid Dynamics.

19. M. Abbaoui, A. Lefort, S. Clain, J. Rossignol, *A comparative study of the behaviour of silver, copper and nickel submitted to a constant high power flux density,* Accepté dans The European Physical Journal Applied Physics (EPJ AP).

Autres publications (avec comité de lecture)

20. S. Clain, J. Rappaz, M. Swierkosz, *Modélisation et simulation numérique du chauffage par induction pour des géométries tridimensionnelles axisymétriques.* Méthodes numériques en électromagnétisme, Support de cours de l'INRIA Rocquencourt (France), 5 - 7 avril 1994.

21. S. Clain, *Mathematical Model of the Micro-Tips Erosion with an Acid.* FBP News No 13 p. 4, (1997).

22. S. Clain, *A simple level set numerical scheme for unstructured meshes.* Proceeding in the Third International Symposium on Finite Volumes for Complex Applications (2002).

Conférences et présentation aux congrès

23. Lefort A, Rossignol J., Abbaoui M., Clain S. *Theoretical Elements about Cathod Arc Root* Proceedings of the XIXth International Symposium on discharge and Electrical Insulation In Vacuum, Vol. 1, p. 160-167 (2000)

24. M. Abbaoui, A. Lefort, S. Clain, *Comparison between copper and silver about arc roots* proceeding in 4 Séminaire Franco-Polonais sur les Plasmas Thermiques dans l'Espace et en Laboratoire (2003).

25. M. Abbaoui, A. Lefort, S. Clain, *Influence of the Material Nature (Ag, Cu, Al, Fe, W, C) on the Arc Root Characteristics at the Cathode,* in Proceeding of the XXIst ISDEIV Symposium (2004).

26. D. Rochette, S. Clain, S. Gentils, F. Giraud, *Mathematical model to simulate the properties of the porous energy absorber in medium-voltage apparatus,* in Proceeding of the 5th Electro-hydrodynamic international workshop de Poitiers (2004).

Articles soumis ou en cours de révision

27. S. Clain, F. Dupret, *A Stability Problem in a Capillatity-Dissolution process.* En révision pour Journal of Colloid and Interface Science.

28. D. Rochette, S. Clain, F. Gentils, F. Giraud, *Numerical investigations on the pressure wave and the gas cooling interacting with a porous filter, during an internal arc fault in medium voltage cells,* Soumis

En préparation

29. F. Bouchon, S. Clain, R. Touzani, *A perturbation method for the numerical solution of the Bernoulli problem,* en préparation

30. T. Buffard, S. Clain, *MUSCL methods on unstructured meshes for hyperbolic problems,* en préparation.

31. S . Clain, *Introdução aos elementos finitos*, 171 pages. Version provisoire disponible sur `http://math.univ-bpclermont.fr/∼clain`.