

Yohan PENEL

Chargé de recherche en mathématiques appliquées

Né le 25/06/1984 à Eaubonne (Val d'Oise, 95, FRANCE).

Nationalité : française.

Contact

Coordonnées LJLL

✉ SU – LJLL, Bureau 16-26.3-27
4, place Jussieu
75005 Paris
✉ yohan.penel@upmc.fr
☎ 01.44.27.91.71.

Coordonnées Inria

✉ Inria, pièce A305
2 rue Simone Iff, CS 42112
75589 Paris Cedex 12
✉ yohan.penel@inria.fr
☎ 01.80.49.42.63.

Site Internet : ypenel.jimdo.com/

Compétences

Analyse des EDP

Existence en temps court, itérées de Picard, régularité Sobolev,
Méthode des caractéristiques

Analyse numérique

Différences finies, éléments finis, volumes finis, schéma MOC,
Algorithmes de capture d'interface, de raffinement adaptatif de maillages

Mécanique des fluides

Écoulements compressibles, bas Mach/bas Froude, diphasiques, à surface libre
Équations de Navier-Stokes, d'Euler, systèmes de lois de conservation
Thermodynamique

Programmation

C, Fortran, Matlab, Scilab, L^AT_EX

Anglais

Courant

Poste actuel

Advanced Research Position à Inria, équipe [ANGE](#) (Inria–SU–CNRS) depuis le 1^{er} janvier 2019 (en disponibilité du CEREMA).

Oct. 12 – Déc. 18	<p>Chargé de recherche (CR2 puis CR1 au 01/01/17) <i>Centre d'Études et d'Expertise sur les Risques, l'Environnement, la Mobilité et l'Aménagement (CEREMA)</i>, équipe ANGE – Paris</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Thématiques de recherche : modélisation d'écoulements à surface libre ➔ Mots-clés : bas Froude, modèles dispersifs
Jan. 12 – Sept. 12	<p>Post-Doctorat <i>Laboratoire de Recherche Conventionné MANON</i>, UPMC – Paris</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Sujet : “Couplage de modèles par contraintes – application au couplage compressible - bas Mach” ⇒ Collaborateurs : Bruno Després (LJLL), Stéphane Dellacherie (CEA) ➔ Mots-clés : relaxation, couplage
Nov. 10 – Déc. 11	<p>Post-Doctorat Inria, Centre Lille – Nord Europe</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Sujet : “Modèles fluides à densité variable” ⇒ Collaborateurs : Caterina Calgari, Emmanuel Creusé, Thierry Goudon ➔ Mots-clés : EDP (Euler), schémas préservant la positivité, MUSCL, CFL
Oct. 07 – Sept. 10	<p>Thèse de Doctorat en Mathématiques Appliquées <i>Commissariat à l'Énergie Atomique et aux Énergies Alternatives (CEA)</i>, Centre de Saclay & <i>Institut Galilée</i>, Laboratoire d'Analyse, Géométrie et Applications (LAGA), UMR 7539, Université Paris 13</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Thèse soutenue le 13 décembre 2010 après avis des rapporteurs (Sylvie Benzoni-Gavage et Benoît Perthame) et devant le jury composé de : Sylvie Benzoni-Gavage (rapporteur), Laurence Halpern (examinatrice), Franck Boyer (président du jury), Stéphane Dellacherie (encadrant), Jean-Marc Delort (examinateur), Bruno Després (examinateur), Olivier Lafitte (directeur de thèse) ⇒ Sujet : “Étude théorique et numérique de la déformation d'une interface séparant deux fluides non-miscibles à bas nombre de Mach” ⇒ Encadrants : Olivier Lafitte (LAGA, directeur de thèse), Stéphane Dellacherie (Encadrant CEA) ➔ Mots-clés : EDP (Navier-Stokes, existence et unicité de solutions classiques), écoulements compressibles, schémas numériques pour les équations de transport, méthode des caractéristiques, analyse fonctionnelle
Sept. 06 – Sept. 07	<p>Master 2 Recherche “Mathématiques et Informatique” Institut Galilée, Université Paris 13</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Mention Très Bien avec félicitations du jury <p>Stage de fin d'études <i>Office National d'Études et de Recherches Aérospatiales (ONERA)</i>, Centre de Châtillon</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Sujet : “Approches parallèles pour l'estimation du flot optique par méthodes variationnelles” ⇒ Encadrants : Juliet Ryan, Frédéric Champagnat ➔ Mots-clés : flot optique, minimisation, décomposition de domaines (FETI)

Articles parus ou acceptés dans des revues avec comité de lecture

- [1] S. Dellacherie, G. Faccanoni, B. Grec & Y. Penel. *Accurate steam-water equation of state for two-phase flow LMNC model with phase transition*, **Applied Mathematical Modelling**, 65, 207–233 (2019).
- [2] E. Fernandez-Nieto, M. Parisot, Y. Penel & J. Sainte-Marie. *A hierarchy of dispersive layer-averaged approximations of Euler equations for free surface flows*, **Communications in Mathematical Sciences**, 16(05), 1169–1202 (2018).
- [3] E. Audusse, Do M.H., P. Omnes, Y. Penel. *Analysis of a modified Godunov scheme for the linear wave equation with Coriolis source term on cartesian meshes*. **Journal of Computational Physics**, 373, 91–129 (2018).
- [4] B. Di Martino, B. Haspot & Y. Penel. *Global stability of weak solutions for a multilayer Saint-Venant model with interactions between layers*, **Nonlinear Analysis**, 163(C), 177–200 (2017).
- [5] Y. Penel, S. Dellacherie & B. Després. *Coupling strategies for compressible – low Mach number flows*, **Mathematical Models and Methods in Applied Sciences**, 25(06), 1045–1089 (2015).
- [6] M. Bernard, S. Dellacherie, G. Faccanoni, B. Grec & Y. Penel. *Study of a low Mach nuclear core model for two-phase flows with phase transition I : stiffened gas law*, **ESAIM:Mathematical Modelling and Numerical Analysis**, 48(06), 1639–1679 (2014).
- [7] C. Calgaro, E. Creusé, T. Goudon & Y. Penel. *Positivity-preserving schemes for Euler equations : sharp and practical CFL conditions*, **Journal of Computational Physics**, 234, 417–438 (2013).
- [8] Y. Penel. *Existence of global Solutions to the 1D Abstract Bubble Vibration model*, **Differential and Integral Equations**, 26(1-2), 59–80 (2013).
- [9] Y. Penel, S. Dellacherie & O. Lafitte. *Theoretical study of an abstract bubble vibration model*, **Zeitschrift für Analysis und ihre Anwendungen**, 32(1), 19–36 (2013).
- [10] Y. Penel. *An explicit stable numerical scheme for the 1D transport equation*, **Discrete and Continuous Dynamical Systems – series S**, 5(3), 641–656 (2012).
- [11] Y. Penel. *Well-posedness of a low Mach number system*, **Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences**, série Mathématiques, 350, 51–55 (2012).
- [12] P. Omnes, Y. Penel & Y. Rosenbaum. *A posteriori error estimation for the discrete duality finite volume discretization of the Laplace equation*, **SIAM Journal of Numerical Analysis**, 47(4), 2782–2807 (2009).

Thèse de doctorat

- [11] Y. Penel. *Étude théorique et numérique de la déformation d'une interface séparant deux fluides non-miscibles à bas nombre de Mach*, sous la direction d'O. Lafitte et de S. Dellacherie, **Université Paris 13**, (2010).

Actes de conférence

- [12] E. Audusse, H. Do Minh, P. Omnes & Y. Penel. *Analysis of The Apparent Topography scheme for the linear wave equation with Coriolis force*, **Proceedings of the FVCA8 conference**, (2017).
- [13] E. Audusse, S. Dellacherie, H. Do Minh, P. Omnes & Y. Penel. *Godunov type scheme for the linear wave equation with Coriolis source term*, **ESAIM:Proceedings and Surveys**, 58, 1–26 (2017).
- [14] A. Bondesan, S. Dellacherie, H. Hivert, J. Jung, V. Lleras, C. Mietka & Y. Penel. *Study of a depressurisation process at low Mach number in a nuclear reactor core*, **ESAIM:Proceedings and Surveys**, 55, 41–60 (2016).

- [15] S. Dellacherie, G. Faccanoni, B. Grec, E. Nayir & Y. Penel. *2D numerical simulations of a low Mach nuclear core model with stiffened gas using FreeFem++*, **ESAIM:Proceedings and Surveys**, 45, 138–147 (2014).
- [16] M. Bernard, S. Dellacherie, G. Faccanoni, B. Grec, O. Lafitte, T.-T. Nguyen & Y. Penel. *Study of a low Mach nuclear core model for single-phase flows*, **ESAIM:Proceedings**, 38, 118–134 (2012).
- [17] Y. Penel, A. Mekkas, S. Dellacherie, J. Ryan & M. Borrel, *Application of an AMR strategy to an abstract bubble vibration model*, **Proceedings of the 19th AIAA Computational Fluid Dynamics Conference**, (2009).

Toutes ces publications peuvent être trouvées à cette adresse : <https://ypenel.jimdo.com/recherche/publications/>

Communications orales

Exposés lors de conférences nationales et internationales

- 16 octobre 2018 : colloque « Non-hydrostatic effects in oceanography » – Séville, Espagne
- 29 mai 2018 : congrès SMAI, mini-symposium « Schémas numériques pour les écoulements compressibles à bas nombre de Mach » – Cap d’Agde, France
- 21 novembre 2017 : colloque « Schémas numériques pour des écoulements à faible nombre de Mach » – Toulouse, France
- 1^{er} juin 2017 : 5^e école EGRIN – Cargèse, France
- 4 août 2016 : HYP2016 – Aix-la-Chapelle, Allemagne
- 30 mai 2013 : 6^e congrès de la Société de Mathématiques Appliquées et Industrielles (SMAI) – Seignosse
- 25 juin 2012 : HYP2012 – Padoue, Italie
- 25 janvier 2011 : 23^e Séminaire de Mécanique des Fluides Numérique – Paris (IHP)
- 1^{er} juin 2010 : 40^e Congrès National d’Analyse Numérique (CANUM 2010) – Carcans-Maubuisson
- 20 février 2010 : International Conference on Partial Differential Equations (ICPDE 2010) – Poitiers
- 22 juin 2009 : 19th AIAA Computational Fluid Dynamics Conference – San Antonio, TX, USA
- 25 mai 2009 : 4^e congrès de la SMAI – La Colle-sur-Loup

Exposés lors de séminaires

- 19 février 2019 : séminaire de l’équipe ACSIOM – Montpellier
- 14 janvier 2019 : séminaire d’analyse appliquée A^3 – Amiens
- 24 février 2016 : séminaire de l’IMUS – Séville (Espagne)
- 12 novembre 2015 : séminaire “EDP et analyse numérique” du laboratoire J.A. Dieudonné – Nice
- 28 juillet 2015 : CEMRACS 2015 – Marseille
- 14 février 2013 : séminaire d’analyse numérique de l’IRMAR – Rennes
- 18 janvier 2013 : séminaire du laboratoire Jacques-Louis Lions – Paris (UPMC)
- 18 décembre 2012 : groupe de travail du LRC MANON (Paris 6 – CEA) – Paris (UPMC)
- 6 mars 2012 : groupe de travail du LRC MANON (Paris 6 – CEA) – Paris (UPMC)
- 23 février 2012 : séminaire “Analyse non linéaire et Modélisation” de l’institut de mathématiques de Toulon
- 6 février 2012 : groupe de travail “Modélisation et Calcul Scientifique” du laboratoire Jean Leray de Nantes
- 23 janvier 2012 : séminaire “Modélisation Mathématique, Mécanique et Numérique” du laboratoire Nicolas Oresme de Caen
- 20 octobre 2011 : séminaire “Équations aux Dérivées Partielles et Analyse Numérique” du département de mathématiques d’Orsay
- 31 mars 2011 : séminaire “Analyse Numérique et Équations aux Dérivées Partielles” du laboratoire Paul Painlevé – Lille
- 7 mars 2011 : séminaire d’analyse numérique du laboratoire AGM – Cergy-Pontoise
- 1^{er} février 2011 : groupe de travail du LRC MANON (Paris 6 – CEA) – Paris (UPMC)
- 26 novembre 2010 : séminaire d’analyse appliquée du LAGA – Villetaneuse (Paris 13)
- 12 juin 2010 : journées des thésards de la Direction des Applications Nucléaires de Saclay – Saclay (CEA)
- 11 Décembre 2009 : séminaire des thésards du LAGA – Villetaneuse (Paris 13)
- 25 Novembre 2008 : groupe de travail des thésards du LJLL – Paris (UPMC)
- 2 Octobre 2008 : séminaire AMR du DM2S-SFME – Saclay (CEA)

Mes activités de recherche traitent de la modélisation et de l'étude d'écoulements fluides dans le cas de régimes spécifiques, à la fois du point de vue théorique (analyse des EDP) et du point de vue numérique (analyse et simulation numériques). Les régimes asymptotiques entraînent généralement des problèmes de précision et de stabilité qu'une étude théorique permet de mieux comprendre. Deux méthodes principales sont alors proposées : construire des schémas corrigés et adaptés au régime considéré pour traiter le modèle initial, ou alors construire un nouveau modèle dédié spécifiquement à ce régime. Ces recherches ont une portée applicative dans différents domaines tels que la production d'énergie (nucléaire au CEA, marine au CEREMA) ou la prévention de risques naturels (CEREMA).

Écoulements à bas nombre de Mach

Pour contourner les problèmes d'efficacité d'algorithmes dédiés à des écoulements compressibles lorsque le nombre de Mach est faible, des modèles 0-Mach sont construits par développement asymptotique par rapport au nombre de Mach dans les modèles compressibles. Si les modèles résultants contiennent une physique réduite, ils présentent de meilleures propriétés de stabilité dues à un changement de nature des équations. Leur structure est en particulier plus simple, ce qui permet de construire des solutions analytiques dans des cas simplifiés (dimension 1, lois d'état simples, ...) servant ensuite de bases à des cas-tests de validation. Les algorithmes dédiés à leur simulation fournissent des résultats qualitatifs précieux pour la simulation des modèles compressibles initiaux en apportant une meilleure compréhension des phénomènes.

Ces méthodes ont été appliquées dans le cadre d'études de stabilité dans les réacteurs nucléaires, comme par exemple dans le circuit secondaire à travers le modèle DLMN¹ (qui correspond au 0-Mach des équations de Navier-Stokes dans un domaine fermé) pour lequel des résultats d'existence locale et d'unicité de solutions fortes ont été prouvés pour des lois d'état quelconques [11]. Pour le modèle dérivé ABV² qui correspond à un champ de vecteurs potentiel, des solutions analytiques ont été construites ainsi que des propriétés de conservation [8,9]. Dans le cadre de la modélisation d'un cœur de réacteurs, le modèle LMNC³ a été construit et étudié en dimensions 1 puis 2 dans le cas d'une loi d'état simplifié (stiffened gas) puis étendu au cas de lois d'état polynomiales construites pour approcher les valeurs tabulées pour l'eau liquide et l'eau sous forme de vapeur. Des propriétés analytiques et numériques ont été prouvées dans une série de travaux [6,14,15] démontrant la puissance du cadre bas Mach d'un point de vue algorithmique (réduction drastique du temps de calcul) et thermodynamique (pression constante).

Une autre stratégie consiste à analyser la perte de précision des schémas compressibles dans le cas de la simulation de régimes bas Mach à travers les états stationnaires des équations modifiées associées aux schémas. Cette analyse met en valeur la création d'ondes parasites qui perturbent le noyau des opérateurs spatiaux incompressibles et qui empêchent ainsi la convergence lorsque le nombre de Mach tend vers 0. Ce problème a été constaté en dimension 2 sur des maillages cartésiens mais apparaît dès la dimension 1 lorsque l'on considère un écoulement à surface libre avec force de Coriolis à bas nombre de Froude. Des corrections de schémas ont ainsi été proposées en dimension 1 [13] puis en dimension 2 en ajoutant des termes dans l'équation modifiée de sorte que les états d'équilibre soient ceux attendus.

Écoulements à surface libre

Pour simuler des écoulements à surface libre, des modèles de complexité réduite ont été construits par le passé tels que le modèle de Saint-Venant (pression hydrostatique et vitesse horizontale homogène selon la verticale) ou le modèle multicouches (pression hydrostatique et décomposition de Galerkin du champ de vitesse). Ils correspondent à des développements asymptotiques par rapport à des paramètres de dispersion et de non-linéarité. Une étude théorique préliminaire d'existence de solutions faibles a été menée dans [4]. Pour aller plus loin et étendre l'application à des cas plus généraux, une hiérarchie de modèles dispersifs ont été construits dans [2] pour approcher les solutions des équations d'Euler. Ils correspondent à une semi-discrétisation selon la verticale des inconnues du problème (composantes du champ de vitesse, pression dynamique). Le choix du degré d'approximation polynomiale pour chacune des variables induit la hiérarchie de modèles notés LDNH_k pour *Layerwise Discretisation Non-Hydrostatic models*, k se rapportant aux degrés des polynômes de Galerkin.

Les travaux actuels portent sur les stratégies numériques pour la simulation des modèles de cette hiérarchie dans le souci d'assurer un ratio temps de calcul/précision raisonnable. La préservation de la positivité de la hauteur d'eau d'une part, et de certains états stationnaires d'autre part, sont des critères importants dans cette étude. Ce travail est financé par un projet PICS du CNRS (2017–2019) en collaboration avec des chercheurs espagnols (E. Fernández-Nieto, T. Morales de Luna).

1. *Diphasic Low Mach Number* model.
2. *Abstract Bubble Vibration* model.
3. *Low Mach Nuclear Core* model.

Certains travaux engagés ont pour but de construire des schémas (non linéaires) d'ordre 2 préservant la positivité des solutions ou le principe du maximum. Un premier exemple est le cas de l'équation de transport en dimension 1 pour lequel un stencil variable permet de s'adapter aux variations de la solution et ainsi vérifier le principe du maximum [6, 10]. Le schéma résultant est explicite et inconditionnellement stable. Un second concerne la dérivation d'une condition de stabilité explicite pour une extension MUSCL d'un schéma explicite de type Volumes Finis pour les équations d'Euler [7].

Activités diverses

Organisation d'événements scientifiques

- Workshop : non-hydrostatic effects in oceanography (~ 30 participants), 15-16 octobre 2018 – Séville (Espagne)
- Workshop : an overview on free-surface flows, 13-14 novembre 2017 – Paris (Inria)
- 7^e journée d'accueil des nouveaux recrutés en mathématiques (~ 80 participants), 23 janvier 2017 – Paris (IHP)
- Workshop : complex rheology of granular flows – barriers, challenges and deadlocks (~ 30 participants), 14 octobre 2016 – Paris (IPGP)
- Workshop : low velocity flows – application to low Mach and low Froude regimes (~ 100 participants), 5-6 novembre 2015 – Paris (P5)
- 6^e journée d'accueil des nouveaux recrutés en mathématiques (~ 100 participants), 19 janvier 2015 – Paris (IHP)
- Congrès SMAI (~ 400 participants), 27-31 mai 2013 – Seignosse
- 2^e Forum Emploi Maths (~ 1000 participants), 11 janvier 2013 – Paris (CNAM)

Encadrement d'étudiants

- Thèses : E. Nayir (2014–2017, UPMC), Do M. H. (2014–2017, Paris 13), V. Dubos (2017–2020, SU)
- Stages de M2 : D. Kumozec (2018), T. Dukic (2018), A. Miraçi (2017), E. Nayir (2014), Do M. H. (2014), A. Haddon (2013)
- Stages de L3 : A. Teutsch (2017), A. Grataloup (2016)

Enseignements

Établissement	Titre	Année : Volume	Niveau
Université Pierre et Marie Curie Sorbonne Université	Analyse vectorielle	14/15 : 24h (CM)	L2
		15/16 : 24h (CM), 18h (TD)	
		16/17 : 12h (CM)	
		17/18 : 12h (CM)	
	18/19 : 12h (CM)		
	Mathématiques pour la biologie	16/17 : 30h (TD)	L1-L2
	L ^A T _E X	17/18 : 4h (TP)	L3
Université Paris Descartes	Modélisation déterministe en sciences du vivant	17/18 : 15h (CM), 15h (TD)	M2
		18/19 : 15h (CM), 15h (TD)	M1
Université Lille 1	Calcul scientifique Avancé	10/11 : 15h (TP)	M2
Centrale Paris-Tech	EDP	12/13 : 15h (TD)	L3
		13/14 : 15h (TD)	
		14/15 : 15h (TD)	
EFREI	Analyse numérique appliquée à la finance	11/12 : 10h (CM), 20h (TD, TP)	M1
		12/13 : 10h (CM), 18h (TD)	
		13/14 : 10h (CM), 15h (TD)	
SupGalilée	Renfort en analyse et analyse numérique	07/08 : 12h (CM), 12h (TD)	L3
		08/09 : 12h (CM), 12h (TD)	
	Mathématiques pour ingénieurs	08/09 : 30h (TD)	
	Initiation aux projets numériques	09/10 : 12h (TP)	