

Ludovic Métivier : Curriculum Vitae

12 janvier 2021

1 Informations générales

Situation :

Chargé de recherche au CNRS au sein du laboratoire LJK, Université Grenoble Alpes
Né le 22/08/1982 à Céret (38 ans)

Adresse professionnelle :

Ludovic Métivier
Bâtiment IMAG
Université Grenoble Alpes
700 Avenue Centrale, 38401 Saint Martin d'Hères

Téléphone : + 33 4 57 42 17 67

Adresse e-mail : ludovic.metivier@univ-grenoble-alpes.fr

Sites web :

<https://www-ljk.imag.fr/membres/Ludovic.Metivier/>
<https://seiscope2.osug.fr/>

2 Production scientifique

- 54 articles publiés ou soumis dans des revues internationales à comité de lecture
- 65 abstracts étendus pour des conférences internationales avec comité de lecture
- 16 abstracts cours pour des conférences internationales
- 1 brevet
- 1 chapitre de livre
- 2283 citations, h-factor : **23** / i10 factor : **39** (Google Scholar https://scholar.google.fr/citations?user=S2-_b7oAAAAJ&hl=fr)

3 Distinctions

- **2019.** *Médaille de bronze du CNRS*
Médaille de bronze du CNRS décernée par l'INSMI
- **2018.** *MT180*
Philippe Le Bouteiller, étudiant co-encadré avec Jean Virieux (ISTerre, Univ. Grenoble Alpes) remporte le premier prix et le prix du public à la finale nationale Ma Thèse en 180 secondes (MT180) <http://mt180.fr/>, et le second prix et le prix du public à la finale internationale MT180 à Lausanne <https://www.mt180.ch/finale-internationale-2018/>
- **2018.** *AGU Outstanding Student Presentation*
Hugo Sanchez Reyes, étudiant co-encadré avec Jean Virieux (ISTerre, Univ. Grenoble Alpes) reçoit la récompense Outstanding Student Presentation à la conférence annuelle de l'AGU (American Geophysicist Union) pour son travail sur la reconstruction cinématique de la source

- **2017.** *SIAM*
Publication de l'article "Full-waveform inversion and the truncated Newton method" dans la section SIAM SIGEST de SIAM REVIEW 2017
- **2015.** *Geophysical Journal International Excellent Reviewer*
Citation comme "excellent reviewer" pour la revue Geophysical Journal International
- **2015.** *Prix article Geophysics*
Prix pour l'article : "Computationally efficient three-dimensional acoustic finite-difference frequency-domain seismic modeling in vertical transversely isotropic media with sparse direct solver", S. Operto, R. Brossier, L. Combe, L. Métivier, A. Ribodetti, J. Virieux, Geophysics, 2014, 79(5), T257–T275
- **2013.** *IWAGPR 2013 student presentation*
Prix de la meilleure présentation étudiant à la conférence internationale IWAGPR 2013 "2D full waveform inversion of GPR surface data : permittivity and conductivity imaging", F. Lavoué, R. Brossier, L. Métivier, S. Garambois, J. Virieux (présentation par F. Lavoué)
- **2010.** *Prix de thèse IFPEN "Yves Chauvin"*
Prix de thèse Yves Chauvin décerné par l'IFPEN pour la thèse de doctorat : "Une méthode d'inversion non linéaire pour l'imagerie sismique haute résolution"
- **2010.** *Diplôme d'honneur Université Paris XIII*
Diplôme d'honneur décerné par l'Université Paris XIII pour la thèse de doctorat : "Une méthode d'inversion non linéaire pour l'imagerie sismique haute résolution"
- **2010.** *Certificat de compétence en calcul intensif C3I*
Certificat de compétence en calcul intensif C3I décerné par le GENCI (Grand Equipement National pour le Calcul Intensif) pour la thèse de doctorat : "Une méthode d'inversion non linéaire pour l'imagerie sismique haute résolution"
- **2008.** *CANUM 2008*
Prix du meilleur poste CANUM 2008 pour le poster : "2D Inversion of well-seismic data", L. Métivier, F. Delprat-Jannaud, P. Lailly, L. Halpern

4 Diplômes et expérience professionnelle

Diplômes

- **2017** *Habilitation à diriger des recherches, Univ. Grenoble Alpes, France*
Thèse d'habilitation à diriger des recherches, soutenue à l'Université Grenoble Alpes, école doctorale MSTII (Mathématiques, Sciences et Technologies de l'information, Informatique).
- **2006-2009.** *Thèse de doctorat en mathématiques appliquées, Univ. Paris XIII, France*
Thèse de doctorat en mathématiques appliquées, sous la direction de L. Halpern (Univ. Paris XIII), P. Lailly (IFPEN, Rueil-Malmaison) et F. Delprat-Jannaud (IFPEN, Rueil-Malmaison).
- **2005-2006.** *Diplôme de master 2 recherche, Univ. Paul Sabatier Toulouse, France*
Diplôme de master 2 recherche en mathématiques appliquées.
- **2003-2006.** *Diplôme d'ingénieur, ENSEEIHT, Toulouse, France*
Diplôme d'ingénieur ENSEEIHT dans la filière informatique et mathématiques appliquées.

Expérience professionnelle

- **2012-présent.** *Chargé de recherche au CNRS, LJK, Univ. Grenoble Alpes, France*
Mathématiques et interactions. Développement et application de méthodes pour la modélisation et l'inversion des formes d'ondes pour l'imagerie sismique quantitative haute résolution (projet de recherche SEISCOPE).
- **2011-2012.** *Contrat post-doctoral à l'Institut des Sciences de la Terre (ISTerre), Univ. Grenoble Alpes, France*

Étude, analyse, et implémentation de schémas d'optimisation de type quasi-Newton, Newton, et Newton tronqué pour l'inversion des formes d'ondes. Application à l'inversion de milieux à forts contrastes.

- **2010-2011.** *Contrat post-doctoral au CEA Saclay, France*

Modélisation et résolution numérique d'un problème de transport/chimie pour l'extraction liquide/liquide. Implémentation d'un code prototype en C++ dans une plateforme logicielle dédiée à la modélisation de l'aval du cycle du combustible nucléaire.

5 Activité éditoriale

- **Éditeur associé** pour Geophysical Journal International depuis janvier 2016
- **Relecteur** pour
 - ★ SIAM Journal on Scientific Computing
 - ★ Inverse Problems
 - ★ Communication on pure and applied mathematics
 - ★ Journal on Scientific computing
 - ★ Journal of Computational Physics
 - ★ Proceedings of the Royal Society A
 - ★ ESAIM : M2AN
 - ★ Optimization and Engineering
 - ★ Engineering Analysis with Boundary Elements
 - ★ Geophysics
 - ★ Geophysical Journal International
 - ★ Geophysical Prospecting
 - ★ Computers and geosciences
 - ★ Journal of Applied Geophysics

6 Projets de recherche/Financements

- **2016-présent.** *SEISCOPE*

Direction du projet de recherche SEISCOPE <https://seiscope2.osug.fr/> avec Romain Brossier (maître de conférences, ISTERre-UGA). Ce projet s'intéresse à l'imagerie sismique haute résolution par l'inversion des formes d'ondes. Nous menons des développements théoriques, méthodologiques, et des applications sur des jeux de données industriels, principalement à l'échelle de l'exploration. Les enjeux principaux recoupent la définition d'un problème inverse bien posé, le développement de méthodes numériques efficaces pour des problèmes 3D de grande taille (modélisation et inversion), l'application au delà de la preuve de concept sur de "vrais" jeux de données issus de l'industrie. Le projet est financé par un consortium de partenaires industriels du secteur pétrolier. Il est découpé en tranches de 3 ans. Sur la période 2019-2021, 12 sponsors financent le projet : AkerBP, CGG, Chevron, Equinor, ExxonMobil, JGI, PETROBRAS, Schlumberger, Shell, Sinopec, Sisprome, et Total, pour une participation annuelle moyenne de 50 K euros, soit un budget total d'environ 1,5 MEuros sur 3 ans. L'équipe compte actuellement 16 membres à temps complet avec 3 chercheurs permanents (dont un professeur émérite), 1 ingénieur de recherche, 8 post-doctorants, et 4 doctorants

- **2016-2021.** *Projet ANR "Défi des Autres savoirs" HIWAI*

Coordinateur local du projet ANR HIWAI "Homogenized seismic full Waveform Inversion and downscaling". Ce projet ANR sur 5 ans s'attache à l'intégration de la théorie de l'homogénéisation en modélisation élastodynamique dans le cadre de l'inversion et de l'imagerie. L'idée fondamentale est de chercher les solutions du problème inverse dans l'espace des milieux homogénéisés, l'opérateur d'homogénéisation fournissant une classe d'équivalence naturelle pour les milieux géophysiques. Les questions posées tiennent au développement de ces stratégies pour des problèmes réalistes, et à la reconstruction statistiques des variations petites échelles du milieu à partir du résultat homogénéisé en intégrant de l'information a priori (problème de déshomogénéisation/downscaling). Le leader du projet est Yann Capdeville (LPG, Univ.

Nantes) et implique des équipes de chercheurs à Lyon (Thomas Bodin), Nantes (Donatienne Leparoux) et Nancy (Guillaume Caumon, Paul Cupillard). Je travaille sur la première partie du projet, avec notre post-doctorant Jet Hoe Tang recruté en mars 2020.

- **2018-2020.** *Projet Européen FETHPC ENERXICO*

Participation au projet européen ENERXICO, sur l'appel FETHPC H2020. Le but principal du projet est le développement de codes de calcul "exascale" concernant le domaine de l'énergie, notamment la sismique d'exploration, autour d'un partenariat entre le Mexique et les acteurs européens, académiques et industriels, impliqués dans ces thématiques, notamment le Barcelona Supercomputing Center, et la société REPSOL. Notre participation concerne le développement de méthodes de modélisation basées sur les éléments spectraux pour la propagation des ondes sismiques en milieu marins, pour lesquels couplage acoustique/visco-élastique est requis.

- **2015-2016.** *Projet local AGIR*

Financement local AGIR de l'UGA pour le projet "Asymptotic approach for preconditioning a multi-parameter inverse problem in seismic imaging" (10 kE). Travail consacré à l'utilisation de méthodes asymptotiques pour le développements de préconditionneurs du problème d'inversion de formes d'ondes, dans une perspective de reconstruction multi-paramètre.

- **2013-2014.** *Projet local AGIR*

Financement local AGIR de l'UGA pour le projet "Wasserstein Distance for Full Waveform Inversion" (10 kE). Projet de recherche en collaboration avec Quentin Mérigot et Edouard Oudet à l'origine des travaux récents sur l'utilisation du transport optimal pour le problème d'imagerie sismique d'inversion de formes d'ondes.

7 Encadrement de la recherche

Post-doctorants : projets terminés

1. François Bretaudeau

- **Financement :** SEISCOPE
- **Période :** 2012-2014
- **Encadrants :** Jean Virieux, Romain Brossier, Ludovic Métivier.
- **Devenir :** Chercheur BRGM
- **Résumé :** Stratégie d'optimisation de second-ordre pour la tomographie sismique.

2. Pengliang Yang

- **Financement :** SEISCOPE
- **Période :** 2015 - 2018
- **Encadrants :** Romain Brossier, Ludovic Métivier, Jean Virieux
- **Devenir :** Ingénieur recherche et développement EMGS (Electromagnetic Geoservices, Norvège)
- **Résumé :** Développement d'un modèle de propagation d'onde visco-acoustique/visco-élastique, application en inversion de formes d'ondes. Elaboration/implémentation d'une stratégie de calcul efficace du gradient de la fonctionnelle coût sismique dans le cadre d'une propagation avec atténuation (CARFS). Développement d'une méthode d'optimisation d'ordre 2 type Newton tronqué dans le cadre de l'inversion des formes d'ondes en domaine temporel. Application sur modèle synthétique 2D et données marines 3D.

3. Weiguang He

- **Financement :** SEISCOPE

- **Période** : 2017 - 2019
- **Encadrants** : Romain Brossier, Ludovic Métivier
- **Devenir** : Ingénieur recherche et développement Saudi Aramco
- **Résumé** : Application de stratégie de transport optimal pour la fonctionnelle coût sismique dans le cadre de l'inversion des formes d'ondes élastiques. Application à des données terrestres.

4. Nishant Kamath

- **Financement** : SEISCOPE
- **Période** : 2017 - 2019
- **Encadrants** : Romain Brossier, Ludovic Métivier
- **Devenir** : Ingénieur recherche et développement CGG Londres
- **Résumé** : Application de l'inversion des formes d'ondes au jeu de données 3D de mer du Nord acquises dans le champ Valhall. Intégration d'un modèle 3D visco-acoustique anisotrope. Développement d'un préconditionneur spécifique. Reconstruction multi-paramètre atténuation/vitesse de propagation.

5. Yubing Li

- **Financement** : SEISCOPE
- **Période** : 2018 - 2019
- **Encadrants** : Romain Brossier, Ludovic Métivier
- **Devenir** : Ingénieur recherche et développement Saudi Aramco
- **Résumé** : Développement d'un préconditionneur asymptotique pour la reconstruction du modèle de réflectivité dans l'inversion des formes d'ondes de données de réflexion. Application du transport optimal du graphe pour l'inversion des formes d'ondes de données en réflexion. Développement d'une méthode de lissage orienté suivant les directions de fort gradient du modèle de réflectivité.

Post-doctorants : projets en cours

1. Yang Li

- **Financement** : SEISCOPE / projet Européen ENERXICO
- **Début** : 2017
- **Encadrants** : Romain Brossier, Ludovic Métivier
- **Résumé** : Développement d'une méthode de résolution des équations harmoniques visco-élastique anisotropes 3D basée sur un solveur LU (MUMPS) et une discrétisation en éléments finis spectraux.

2. Jian Cao

- **Financement** : projet Européen ENERXICO
- **Début** : 2019
- **Encadrants** : Romain Brossier, Ludovic Métivier
- **Résumé** : Intégration d'une stratégie de couplage fluide/solide dans notre code de modélisation et d'inversion visco-élastique anisotrope.

3. Andrzej Gorszczyk

- **Financement** : SEISCOPE
- **Début** : 2019
- **Encadrants** : Romain Brossier, Ludovic Métivier

- **Résumé** : Application de l'inversion des formes d'ondes au jeu de données OBS (Ocean Bottom Seismometer) acquises au niveau de la zone de subduction de Nankai (Japon) mises à disposition par le JAMSTEC (Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology). Mise en évidence des effets de propagation 3D dans les données par la construction d'un modèle synthétique réaliste de référence inspiré des reconstructions 2D déjà existantes. Applications des stratégies de transport optimal dans l'espace du graphe sur ces données.

4. Peng Yong

- **Financement** : SEISCOPE
- **Début** : 2019
- **Encadrants** : Romain Brossier, Ludovic Métivier
- **Résumé** : Développement de stratégies de préconditionnement multi-paramètre pour l'inversion de données visco-élastiques 3D.

5. Giuseppe Provenzano

- **Financement** : SEISCOPE
- **Début** : 2019
- **Encadrants** : Romain Brossier, Ludovic Métivier
- **Résumé** : Application des stratégies d'inversion des formes d'ondes en réflexion au jeu de données 3D streamer acquises dans la mer de Barents, mises à disposition par AkerBP.

6. Jet Hoe Tang

- **Financement** : HIWAI / SEISCOPE
- **Début** : 2020
- **Encadrants** : Romain Brossier, Ludovic Métivier
- **Résumé** : Étude des stratégies d'homogénéisation (théorie des milieux équivalents) pour l'inversion des formes d'ondes élastiques. Méthode de contrôlabilité pour la résolution des équations harmoniques élastodynamiques.

7. Alexandre Hoffmann

- **Financement** : SEISCOPE
- **Début** : 2020
- **Encadrants** : Romain Brossier, Ludovic Métivier
- **Résumé** : Filtres de Kalman d'ensemble pour l'estimation d'incertitude en inversion des formes d'ondes. Développement à partir des travaux préliminaires de thèse de Julien Thurin : physique de la propagation des ondes plus complexe (anisotropie), algorithmes d'inversion en temps, 3D.

8. Wei Zhou

- **Financement** : SEISCOPE
- **Début** : 2020
- **Encadrants** : Romain Brossier, Ludovic Métivier
- **Résumé** : Monitoring 4D : inversion de formes d'ondes pour le suivi temporel des paramètres mécaniques du sous-sol. Utilisation du transport optimal pour détecter les variations fines dans les données sismiques, et s'affranchir du problème de répétabilité de l'acquisition.

Doctorants : thèses soutenues

1. Yang Li

- **Financement** : étudiant en échange pour 2 ans en provenance de Harbin Institute (Chine), financement du programme national Chinois
- **Période** : Septembre 2012- Septembre 2014
- **Encadrants** : Ludovic Métivier, LJK (75 %), Jean Virieux, ISTerre (25 %)
- **Devenir** : Post-doc, ISTerre, SEISCOPE, Univ. Grenoble Alpes
- **Résumé** : Implémentation du solveur itératif parallèle CARP-CG. Application à la modélisation 2D et 3D visco-élastique en fréquence dans des milieux géologiques.

2. Okba Hamitou

- **Financement** : SEISCOPE
- **Période** : Novembre 2013 - Novembre 2016
- **Encadrants** : Ludovic Métivier, LJK (50 %), Stéphane Labbé, LJK (25 %), Jean Virieux, ISTerre (25 %)
- **Devenir** : Ingénieur calcul, BULL ATOS
- **Résumé** : Développement de méthodes de préconditionnement pour le solveur itératif CARP-CG. Application à la modélisation 2D et 3D visco-élastique en fréquence dans des milieux géologiques.

3. Hugo Pinard

- **Financement** : SEISCOPE
- **Période** : Novembre 2013 - Novembre 2017
- **Encadrants** : Stéphane Garambois, ISTerre (33 %), Ludovic Métivier, LJK (33 %), Michel Dietrich, ISTerre (33 %)
- **Devenir** : Ingénieur, ETUDIS <https://etudis.fr/>
- **Résumé** : Imagerie multi-paramètre de données géoradar par inversion des formes d'ondes : application aux données entre-puits acquise sur le site du LSBB (Rustrell)

4. Phuong-Thu Trinh

- **Financement** : SEISCOPE
- **Période** : Novembre 2015 - Septembre 2018
- **Encadrants** : Romain Brossier, ISTerre (33 %), Ludovic Métivier, LJK (33 %), Jean Virieux, ISTerre (33 %)
- **Devenir** : Ingénieur de recherche, TOTAL
- **Résumé** : Développement d'une méthode de modélisation et inversion 3D visco-élastique dans le domaine temporel avec une méthode basée sur une discrétisation par éléments spectraux. Applications sur données terrestres synthétiques et données de terrain acquises dans des environnements montagneux.

5. Philippe Le Bouteiller

- **Financement** : SEISCOPE
- **Période** : Décembre 2015 - Décembre 2018
- **Encadrants** : Jean Virieux, ISTerre (50 %), Ludovic Métivier, LJK (50 %)
- **Devenir** : Directeur du développement de la start-up HYMAG'IN <https://www.hymagin.com/>
- **Résumé** : Résolution des équations de Hamilton-Jacobi par une méthode d'éléments finis discontinus combinée avec une stratégie de balayage rapide (fast sweeping). Cette méthode permet le calcul de la solution de viscosité des équations eikonal pour obtenir les temps de première arrivées pour la propagation des ondes dans des milieux géologiques complexes (forts contrastes, anisotropie, 3D, topographie variable).

6. Hugo Sanchez

- **Financement** : bourse CNRS handicap
- **Période** : Novembre 2015 - Novembre 2019
- **Encadrants** : Jean Virieux, ISTerre (50 %), Ludovic Métivier, LJK (50 %)
- **Devenir** : Post-doctorant ISTerre, projet européen MONIFaults
- **Résumé** : Inversion cinématique de la source sismique par inversion des formes d'ondes dans le domaine temporel. Stabilisation via introduction d'information a priori et localisation de l'inversion en temps. Applications à des données issus de la propagation de séismes. Quantification de l'incertitude via des méthodes de Monte-Carlo Hamiltonien.

7. Julien Thurin

- **Financement** : Bourse école doctorale
- **Début de thèse** : Décembre 2016
- **Encadrants** : Romain Brossier, ISTerre (50 %), Ludovic Métivier, LJK (50 %)
- **Devenir** : Post-doctorant à University of Alaska, Fairbanks, sous la direction de Carl Tape
- **Résumé** : Quantification/qualification de l'incertitude pour l'inversion de formes d'ondes via une méthode de Kalman d'ensemble.

Doctorants : thèses en cours

1. Arnaud Pladys

- **Financement** : SEISCOPE
- **Début de thèse** : Janvier 2017
- **Encadrants** : Romain Brossier, ISTerre (50 %), Ludovic Métivier, LJK (50 %)
- **Résumé** : Comparaison et caractérisation de fonctions coûts pour l'inversion de formes d'ondes. Application de fonctions coûts transport optimal à l'inversion des données 3D du champ pétrolier Valhall.

2. Marwan Irnaka

- **Financement** : SEISCOPE
- **Début de thèse** : Janvier 2017
- **Encadrants** : Romain Brossier, ISTerre (50 %), Ludovic Métivier, LJK (50 %)
- **Résumé** : Inversion de formes d'ondes dans l'approximation visco-élastique 3D de données terrestres multi-composantes/multi-sources pour des cibles en proche surface. Analyse synthétique du problème et application à un jeu de données acquises à Etlinger (Allemagne) en collaboration avec prof. Thomas Bolhen (Karlsruhe Institute of Technology).

3. François Desquilbet

- **Financement** : Ecole Normale Supérieure (Ulm)
- **Début de thèse** : Septembre 2019
- **Encadrants** : Ludovic Métivier, LJK (50 %), Jean-Marie Mirebeau, LMO (50 %)
- **Résumé** : Développement de schémas numériques de type Fast Marching pour la résolution des équations Eikoniales en milieu 3D hétérogènes anisotropes. Application au calcul des temps de première arrivée pour la tomographie sismique. Extension au calcul des temps d'arrivées multiples.

Autres

1. Aude Allain

- **Financement** : bourse ministère

- **Début de thèse** : Janvier 2017 - abandon pour raisons personnelles en Octobre 2018
- **Encadrants** : Ludovic Métivier, LJK (50 %), Edouard Oudet (50 %)
- **Résumé** : Transport optimal numérique pour l'imagerie sismique : étude de la méthode de régularisation entropique et transport du graphe.

8 Animation scientifique/Dissémination/Grand public

- **2021. Comité d'organisation du SIAM Geosciences 2021 (Milan)**
Participation au comité d'organisation du "SIAM Conference on Mathematical & Computational Issues in the Geosciences (GS21)" qui se tiendra du 21 au 24 juin 2021 à l'institut polytechnique de Milan. Lien web : <https://www.siam.org/conferences/cm/conference/gs21>.
- **2021. Mini-symposium à la conférence SIAM Geosciences 2021 "Can we make full waveform inversion a convex problem?" (Milan)**
Organisation d'un mini-symposium sur le problème de la non-convexité de la fonction coût en inversion de formes d'ondes. Revue des méthodes récentes proposées qui s'attaquent à ce problème (extension des paramètres d'inversion, modification de la fonction coût).
- **2021. Mini-symposium à la conférence SIAM on Scientific Computing and Engineering 2021 "Model error in statistical inverse problems : misfit measures, robustness, and calibration" (Online, originally Dallas Fort Worth)**
Co-organisation avec Youssef Marzouk (MIT) et Andrea Scarinci (MIT) d'un mini-symposium sur les mesures d'attache aux données en problèmes inverse, dans des approches de résolution statistique (optimisation globale).
- **2021. Atelier imagerie sismique pour le lancement de l'Institut Mathématiques pour la planète Terre (Lyon)**
Organisation d'un atelier sur l'imagerie sismique au musée des confluences à Lyon dans le cadre du lancement de l'Institut Mathématiques de la planète Terre. L'atelier sera à destination du grand public.
- **2019. Mini-symposium à la conférence SIAM Geosciences "Optimal transport for imaging in geosciences" (Houston)**
Organisation d'un mini-symposium dédié aux applications des méthodes numériques pour le transport optimal aux problématiques d'imagerie en géosciences à la conférence organisée par la société de mathématiques appliquées américaine SIAM "SIAM Conference on Mathematical & Computational Issues in the Geosciences". Mini-symposium organisé en commun avec Yunan Yang, instructor au Courant Institute.
- **2017. EAGE E-Lecture : "A misfit function based on an optimal transport distance for FWI"**
Enregistrement d'un cours vidéo de 20 minutes sur l'utilisation du transport optimal pour l'imagerie sismique dans le cadre d'une campagne de diffusion scientifique à destination des étudiants mise en place par l'EAGE (European Association of Geoscientists and Engineers). L'enregistrement et la diffusion de la vidéo ont été assurés par l'EAGE. Lien web : <https://www.youtube.com/watch?v=QzAQXxi3mjU>
- **2016. Workshop EAGE : "Methods and Challenges of Seismic Wave Modelling for Seismic Imaging" (Vienna)**
Organisation d'une journée de workshop pendant la conférence internationale EAGE (European Association of Geophysics Exploration) à Vienne, portant sur les méthodes récentes de modélisation numérique des ondes sismiques dans une perspective d'inversion. Organisation commune avec Romain Brossier (ISTerre, UGA) et Mark Huiskes (Shell Global Solutions).
- **2015. Mini-symposium à la conférence SIAM Geosciences "3D Elastic Waveform Inversion : Challenges in Modeling and Inversion" (Stanford)**
Organisation d'un mini-symposium portant sur les questions de modélisation et d'inversion pour des problèmes d'imagerie 3D élastiques à la conférence organisée par la société de mathématiques appliquées américaine SIAM "SIAM Conference on Mathematical & Computational Issues in the Geosciences". Mini-symposium organisé en commun avec Stéphanie Chaillat, chargé de recherche CNRS, affectée à l'ENSTA Paris-Tech.

- **2014-présent.** *Meeting annuel SEISCOPE (Grenoble)*
Organisation de la conférence annuel SEISCOPE, sous la forme de deux jours de présentations scientifiques sur les activités de recherche menées dans le groupe, effectuées par les chercheurs, post-doctorant et doctorants travaillant au sein du projet, plus une journée dédiée à des formations sur les codes que nous développons. Les présentations sont à destination des sponsors du projet mais sont publiques et ouvertes à la communauté scientifique de l'UGA.
- **2012-2020.** *Séminaire de l'équipe EDP au LJK (Grenoble)*
Co-organisation du séminaire d'équipe EDP avec Clément Jourdana (LJK, UGA).

9 Enseignement et formations

- **2020-202***. *Master 2 MSIAM cours "Imagerie géophysique"*
Cours de 18 heures dans le parcours M2 math appliquées mutualisé avec l'ENSIMAG. Dans ce cours, on introduit les concepts mathématiques, numériques, et physiques, nécessaires pour la compréhension de la méthode d'inversion des formes d'ondes. Le cours est séparé en trois parties principales : une introduction générale qui revient sur la nécessité de méthodes d'imagerie performantes pour le sous-sol et les concepts de base associés aux problèmes inverse. La seconde partie discute de la modélisation de la propagation des ondes dans le sous-sol. On explique d'où viennent les EDP l'élastodynamique, et on donne quelques éléments d'analyse du système hyperbolique associé (conservation de l'énergie, symétrisabilité pour la dérivation de conditions absorbantes). On discute ensuite des méthodes de résolution numériques possibles : différences finies, éléments finis spectraux. La troisième partie concerne le problème d'inversion. On discute des problèmes d'optimisation sous contrainte d'EDP. On donne des notions d'optimisation numérique. Puis on montre comment calculer le gradient de la fonction par l'état adjoint. On donne l'interprétation physique de ce calcul dans le cadre de l'inversion de formes d'ondes. On conclut par des exemples d'applications. Les notes de cours sont disponibles sur ma page web <https://www-ljk.imag.fr/membres/Ludovic.Metivier/>
- **2017-2019.** *Master 2 MSIAM cours "Méthodes numériques pour le transport optimal"*
Module de 9 heures sur une introduction de l'utilisation du transport optimal pour l'imagerie sismique par inversion des formes d'ondes au sein du cours plus général mis en place par Boris Thibert (LJK, UGA) sur les méthodes numériques pour le transport optimal.
- **2016-présent.** *Master 2 module "Frontiers in Geophysics" dans le master de géophysique de l'UGA*
Cours de 18 heures pour le master 2 géophysique de l'UGA portant sur une introduction à l'inversion des formes d'ondes, effectué conjointement avec Romain Brossier (ISTerre, UGA).
- **2016.** *Cours à l'école doctorale Terre-Univers-Environnement de l'UGA*
Cours de 18 heures pour les docteurs de l'école doctorale Terre-Univer-Environnement portant sur une introduction à l'inversion des formes d'ondes effectué conjointement avec Romain Brossier (ISTerre, UGA).
- **2015-présent** *Introduction à la modélisation et au calcul scientifique*
Initiation d'étudiants du master de géophysique de l'UGA à la modélisation et au calcul scientifique. Cette UE fonctionne par projet : l'objectif est de développer un petit code de calcul en Matlab (typiquement équation d'ondes 1D par différences finies) et de sensibiliser aux questions d'algorithmie, de convergence, de précision. L'étudiant travail en autonomie en dehors des rendez-vous avec l'encadrant qu'il sollicite directement.
- **2015.** *Formation inversion des formes d'ondes à CGG et TOTAL*
Formation intensive de trois jours sur l'inversion de formes d'ondes (modélisation, inversion, applications, aspect calcul haute performance) à destination des ingénieurs experts des compagnies CGG (Massy) et Total (Pau). Formation effectuée avec R. Brossier (ISTerre, UGA) et Jean Virieux (ISTerre, UGA).

10 Invitations

- **2020.** *WCCM-ECCOMAS 2020 Paris*
Minisymposium “Advances in Computational Methods for Data-Driven Inverse Problems and Imaging” et “Inverse Problems”
- **2019.** *ICIAM 2019 Valence*
A graph space optimal transport approach as a generalization of L^p distances : application to seismic imaging.
- **2019.** *ICIAM 2019 Valence*
Visco-acoustic time-domain full waveform inversion : from theory to practice
- **2019.** *AIP 2019 Grenoble*
From L^p to p -Wasserstein distance : how optimal transport can be used to enhance the subsurface mechanical properties recovery from seismic data
- **2018.** *Séminaire Basel Mathematisches Institut (Bâle)*
Optimal transport for full waveform inversion.
- **2018.** *Séminaire laboratoire Dieudonné (Nice)*
Optimal transport for seismic imaging : application to full waveform inversion
- **2018.** *Séminaire laboratoire mathématiques d’Orsay (Univ. Paris-Sud)*
On the use of optimal transport to measure the distance between datasets : application to seismic imaging
- **2017.** *ANR MAGA meeting (Grenoble)*
Optimal Transport for full waveform inversion : dealing with oscillatory signals
- **2017.** *Séminaire IPGP*
Optimal transport for signed measures : application to seismic imaging.
- **2017.** *OILWS2 workshop : Full Waveform Inversion and Velocity Analysis, IPAM, UCLA (Los Angeles)*
On the use of Wasserstein distances for full waveform inversion.
- **2016.** *ANR Optiform/Geometrya meeting, Ecole Normal Supérieure (Paris)*
Optimal transport distance for seismic imaging.
- **2016.** *Séminaire Maison de la Modélisation (Saclay)*
An implementation of an optimal transport distance for full waveform inversion.
- **2015.** *4èmes Journées Scientifiques Equip Meso : Sciences de l’Univers (Toulouse)*
Full waveform inversion for high resolution seismic imaging : HPC issues on recent applications and ongoing research.
- **2015.** *Séminaire MATHIAS TOTAL (Paris)*
High resolution seismic imaging through full waveform inversion : successful attempts and challenges for the next years.
- **2015.** *Platform for Advanced Science Computing (PASC) conference 2015, ETH (Zurich)*
Multi-parameter Full Waveform Inversion : tentative simultaneous reconstruction of v_P, ρ, Q_p in the 2D acoustic approximation.
- **2015.** *Joint Inversion Summer School (Barcelonnette)*
Numerical optimization and adjoint state methods for large-scale nonlinear least-squares problems.
- **2014.** *Journées Ondes Sud-Ouest, ONERA (Toulouse)*
A robust absorbing layer for seismic wave propagation in anisotropic media.
- **2013.** *Colloquium Julich Forschungszentrum (Julich)*
Second-order derivatives approximation for multi-parameter Full Waveform Inversion.
- **2013.** *Séminaire Basel Mathematisches Institut (Bâle)*
Full Waveform Inversion using the truncated Newton method.

- **2013.** *ENSTA-POEMS seminar (Saclay)*
Utilisation d'une méthode de Newton tronqué préconditionnée pour l'imagerie de structures complexes par inversion de formes d'ondes complètes.
- **2012.** *DYSCO seminar (Alleverd)*
Full Waveform Inversion using the truncated Newton method : imaging complex subsurface structures.
- **2012.** *EDP Rhône-Alpes meeting (Chambéry)*
Numerical methods for Full Waveform Inversion.
- **2012.** *LJK Team EDP seminar, Univ. Joseph Fourier (Grenoble)*
Numerical challenges for full waveform inversion.
- **2011.** *Sergio Stecco department seminar at Florence University (Florence)*
Stiff Differential Algebraic Equations solver for a reactive transport problem.
- **2011.** *LGIT seminar, Univ. Joseph Fourier (Grenoble)*
A nonlinear inversion for high resolution seismic imaging.
- **2011.** *INRIA team ESTIME seminar, Rocquencourt (Paris)*
A nonlinear inversion for high resolution seismic imaging.
- **2011.** *IHP seminar (Paris)*
A nonlinear inversion for high resolution seismic imaging.
- **2010.** *LJK Team EDP seminar, Univ. Joseph Fourier (Grenoble)*
A nonlinear inversion for high resolution seismic imaging.