
Rapport d'activités

Lisl Weynans

Maîtresse de conférences en Mathématiques appliquées, section 26
Université de Bordeaux

Ce document a été rédigé conformément aux instructions du portail GALAXIE, qui diffèrent sensiblement des usages en mathématiques appliquées pour un dossier de promotion, notamment car elles n'incluent pas de projet d'intégration ou de recherche. Un dossier plus semblable aux usages de la section 26 est téléchargeable [ici](#) ou sur ma page web : <http://www.math.u-bordeaux.fr/~lweynans/>

1 Synthèse du parcours professionnel et contexte d'exercice

Depuis 2017 : Mobilité thématique, membre de l'équipe-projet Inria [Carmen](#) et de l'IHU [Liryc](#)

2007 - 2017 : Membre des équipes-projet Inria MC2 puis [Memphis](#)

Depuis Septembre 2007 : Maîtresse de Conférences à l'Université de Bordeaux, affectée à l'Institut de Mathématiques de Bordeaux et à l'UFR mathématiques et Informatique, puis à l'UF Mathématiques et Interactions

Février 2007 - Septembre 2007 : Post-doctorante au Laboratoire Jacques-Louis Lions, Université Paris 6

Février 2004 - Février 2007 : Doctorante-contractuelle au CEA DAM Bruyères-le-Châtel

Promue hors classe par le CNU 26 en 2021, titulaire de la PES/PEDR depuis 2012

Congés maternité en 2011 et 2013 suivis de demi-délégations Inria

Formation et diplômes

2018 : Habilitation à diriger des recherches, Université de Bordeaux.

Prise en compte précise de géométries complexes pour l'approximation d'EDP sur grilles cartésiennes et leur simulation en calcul parallèle

Rapporteurs : Christophe Besse, Frédéric Gibou, Florence Hubert

2004 - 2006 : Thèse de doctorat en Mathématiques Appliquées, Université Grenoble 1

Méthode particulière multiniveaux pour la dynamique des gaz, application au calcul d'écoulements multifluides

Rapporteurs : Rémi Abgrall, Serge Huberson

Directeurs : Georges-Henri Cottet (Univ. Grenoble) et Bernard Rebouret (CEA/DAM)

2002 - 2003 : DEA d'Analyse Numérique, Université Paris 6

2000 - 2003 : Diplôme d'ingénieur ENSTA

2 Investissement pédagogique

2.1 Présentation synthétique de l'activité d'enseignement

Depuis mon arrivée à l'Université de Bordeaux, j'ai enseigné des cours de mathématiques à tous les niveaux, pour des étudiants scientifiques, mathématiciens ou non. Les thématiques que j'enseigne concernent majoritairement mais pas exclusivement l'analyse numérique, l'approximation des EDP (éléments finis, volumes finis, différences finies), la programmation pour le calcul scientifique (C++, fortran, scilab, Freefem++). J'ai aussi enseigné des cours/TD d'analyse, d'algèbre linéaire, d'intégration, de probabilités et statistiques et d'EDP. J'ai expérimenté un dispositif de classe inversée dans un cours de master 2 (Eléments Finis Avancés) et dans le cours d'"Integration and differential equations" du parcours International.

J'ai pris des responsabilités pédagogiques depuis 2014, et suis actuellement responsable du parcours [Ingénierie Mathématique](#) de la licence de Mathématiques. Je m'investis également actuellement dans l'enseignement de la transition environnementale.

2.2 Présentation des enseignements

J'ai enseigné sous forme de cours/TD/TP et d'encadrement de projets en Licence 1, Licence 2, Licence 3, Master 1 et Master 2, deuxième année de la Prépa des INP, et à l'Enseirb-Matmeca (première, deuxième et troisième année). J'encadre presque chaque année des "Travaux d'Etude et Recherche" ou des "Groupes de Travail Applicatifs" et des stages de la Licence 2 au Master 2. Un tableau récapitulatif est disponible en Annexe 1.

Depuis 2013-2014, qui est l'année la plus ancienne accessible sur le site de l'Université de Bordeaux répertoriant les services d'enseignement, j'ai bénéficié de demi-délégations Inria en 2014-2015, 2019-2020 et 2023-2024, la première correspondant à un retour de congé maternité. Les années hors délégation, j'ai effectué un service plein d'enseignant-chercheur, avec en moyenne 35 heures complémentaires chaque année.

2.3 Responsabilités pédagogiques

- **Parcours Ingénierie Mathématique : 2021 -**

Depuis 2021 je suis responsable du parcours [Ingénierie Mathématique](#) de la licence de Mathématiques qui comprend le deuxième semestre de la L2 et la L3, ce qui représente environ 70 étudiants. Ce parcours permet une poursuite des études dans des masters variés de mathématiques appliquées et en école d'ingénieurs. J'ai initié plusieurs changements dans ce parcours : ajout d'une UE de statistiques, d'une remédiation à la programmation, création d'UEs d'"Intégration" et de "Calcul différentiel et Equations différentielles" plus adaptées aux étudiants. Je rencontre régulièrement les étudiants et les enseignants impliqués dans ce parcours afin d'échanger et cerner les éventuelles difficultés. Cette année un deuxième groupe de TD a été créé pour la plupart des UEs en raison de l'accroissement du nombre d'étudiants.

- **Bloc Commun de Compétences "Méthodes Numériques" : 2021 -**

Je suis co-responsable du Bloc Commun de Compétences (BCC) "Méthodes Numériques" de la licence de Mathématiques qui a pour objet l'actualisation et l'organisation globale des UE de méthodes numériques. Dans ce contexte, nous avons obtenu en 2022 un financement du collège Sciences et Technologies pour créer un module de remédiation à la programmation et un tutoriel pour les étudiants de L3 qui y ont des lacunes.

- **Mineure Mathématique du parcours international : 2014 - 2023**

J'ai été responsable de la [mineure Mathématique de la licence internationale](#) de l'Université de Bordeaux, qui offre des cours de mathématiques en anglais pour des étudiants sélectionnés de filières non-mathématiques (par exemple, chimie, physique, informatique). Je suis responsable depuis plusieurs années d'UEs de cette mineure de mathématiques. Il s'agit de cours entièrement en anglais sur un mode hybride distanciel/présentiel. J'ai créé le contenu pédagogique d'un de ces cours (documents de cours, vidéos, forum, wiki).

- **Stages et relations industrielles de la filière MNS du master MAS : 2014 - 2021**

De 2014 à 2021, j'ai été responsable des stages et relations industrielles pour la filière "Modélisation Numérique et Simulation" du Master Mathématiques Appliquées et Statistiques.

2.4 Autres investissements pédagogiques

- **Sensibilisation aux enjeux de la transition environnementale**

Depuis 2022, je m'investis dans l'adaptation des formations aux enjeux environnementaux. J'anime cette thématique au sein de la commission environnement de l'IMB, et participe à plusieurs groupes de travail sur ce sujet (à l'université de Bordeaux ou inter-universités) afin d'avoir une bonne vision de l'état actuel de l'enseignement sur ce sujet. Je participe actuellement à la création de deux UE sur le sujet de la transition environnementale : l'une en L2 ouverte à toutes les licences scientifiques, l'autre en L3 pour la licence de Mathématiques. J'ai encadré en 2023 un stage sur les débouchés des mathématiques en lien avec la transition environnementale. Cette année, dans le cadre d'un projet STEP de l'Université de Bordeaux, je vais encadrer un stage de master pour mesurer l'impact de l'UE de L2 auprès des étudiants.

- **Encadrement d'un stage sur les freins à l'orientation**

De Janvier à Septembre 2021, j'ai encadré avec ma collègue de l'IMB Chantal Menini le stage de M2 d'Elisa Robin-Frandsen, étudiante en psychologie sociale qui a réalisé une [étude](#) sur les freins à l'orientation en mathématiques et informatique chez les étudiantes et les solutions pour y remédier.

- **Journées Emploi Maths à Bordeaux**

J'ai participé à l'organisation de la [Journée Emploi Maths](#) de l'Unité de Formation Mathématiques et Interactions en 2015, 2016 et 2017. Cette journée a pour objectif de réunir localement étudiants en mathématiques (licence, master et doctorat), chercheurs, enseignants-chercheurs, et employeurs de mathématicien.ne.s (stages, CDD, CDI).

- **Echange de services avec le secondaire**

De 2013 à 2018 j'ai participé à l'opération "Echange de services avec le secondaire" organisée par le rectorat de l'académie de Bordeaux. Dans le cadre de cet échange, je suis intervenue dans des classes de terminale S.

- **Financement de projets**

Pour mettre en oeuvre les projets pédagogiques pré-cités, j'ai obtenu des financements auprès de l'association "Maths à Modeler", l'association Blaise Pascal, l'association "Femmes et Maths", le Labex Sysnum, le programme ACCES de l'Université de Bordeaux, les cordées de la réussite et l'entreprise Thermofisher. J'ai participé à trois projets financés par l'AAP du Collège Sciences et Technologies : en tant que porteuse, pour la création d'UEs de remédiation à la programmation et de sensibilisation aux mécanismes environnementaux, et en tant que participante, pour la création de l'UE de L2 sur la transition environnementale.

3 Activité scientifique

3.1 Thématiques de recherche

Mes sujets de recherche se situent dans les domaines de la modélisation, de l'analyse numérique et du calcul scientifique. Je m'intéresse particulièrement au développement de méthodes numériques pour des problèmes directs ou inverses, avec des applications variées : mécanique des fluides compressible et incompressible, interactions avec des solides, écoulements côtiers, cellules biologiques, électrophysiologie cardiaque.

3.1.1 Résolution de problèmes inverses pour l'électrophysiologie cardiaque

Mots-clés : Résolution numérique de problèmes inverses, électrocardiographie, reconstruction de potentiels électriques sur le coeur

Collaborations : Laura Bear (IHU Liryc), Oumayma Bouhamama (IMB, Bordeaux), Yves Bourgault (Ottawa), Yves Coudière (IMB, Bordeaux), Jérémie Dardé (IMT, Toulouse), Jérôme Fehrenbach (IMT, Toulouse), Emma Lagracie (IMB, Bordeaux), Niami Nasr (IMB, Bordeaux).

J'ai initié fin 2017 un changement thématique pour m'orienter vers la résolution de problèmes inverses en lien avec l'électrophysiologie cardiaque, et plus précisément avec la reconstruction de l'activité électrique du coeur :

- **l'imagerie électrocardiographique (ECGi pour ElectroCardioGraphic Imaging)** pour caractériser l'activité électrique du coeur de manière non-invasive,
- **la tomographie par impédance électrique (TIE)** pour obtenir des informations complémentaires (conductivités, géométries, mouvements) dans le volume du torse.

L'ECGi est une technologie d'imagerie prometteuse pour caractériser l'activité électrique cardiaque de manière non-invasive mais plus précise que l'électrocardiogramme classique à 12 électrodes. Elle consiste à reconstruire l'activité électrique du coeur à partir de mesures électriques sur le torse, couplées avec une reconstruction de la géométrie du torse du patient par IRM ou scanner, en résolvant un problème inverse dans le volume compris entre le torse et le coeur, voir la Figure 1. Ce problème est représenté mathématiquement par un problème de Cauchy pour l'équation de Laplace, qui est notoirement mal-posé et donc très instable numériquement :

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Reconstruire } u \text{ sur la surface du coeur, sachant que} \\ \text{div}(\sigma \nabla u) = 0 \text{ dans le volume du torse,} \\ u = u_T \text{ et } \sigma \nabla u \cdot n = 0 \text{ sur la surface du torse,} \end{array} \right. \quad (1)$$

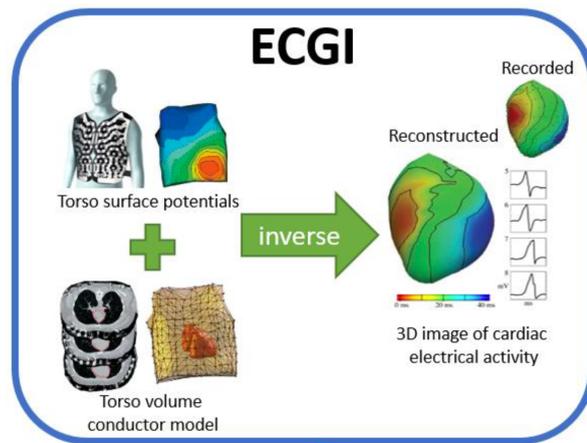


FIGURE 1 – Principe schématisé de l'ECGi, image fournie par Laura Bear.

avec u le potentiel électrique et σ la conductivité dans le volume du torse.

Lors d'études expérimentales in-vivo, l'ECGi peut reconstruire correctement des motifs d'activation électrique réguliers mais échoue dans le cas de motifs plus complexes, par exemple pour des coeurs présentant des hétérogénéités des tissus, ou dans le cas du rythme sinusal, qui est le rythme cardiaque le plus fréquent. **Etant donné ce constat, le but général de mon activité de recherche sur ce sujet est d'améliorer la qualité des reconstructions de l'ECGi**, à travers les approches détaillées ci-dessous.

- **Résolution numérique du problème inverse :**

Dans le cadre de la thèse d'O. Bouhamama, et en collaboration avec Laura Bear de l'IHU Liryc, nous avons développé une nouvelle méthode pour l'ECGi, la méthode "Patchwork" qui sélectionne localement, parmi plusieurs solutions numériques disponibles, celle qui minimise l'écart par rapport aux mesures sur le torse. Cette nouvelle méthode a été comparée aux méthodes classiques pour des données issues de simulation ainsi que des données expérimentales ex-vivo. Les résultats montrent qu'elle est systématiquement plus précise et reconstruit mieux certains traits physiologiquement significatifs tels que les points de sortie du front de propagation électrique.

- **Couplage avec un modèle d'activation électrique sur le coeur :**

Les reconstructions classiques de l'ECGi se font à chaque instant indépendamment, sans prendre en compte la temporalité entre un instant et le suivant. Coupler la résolution de l'ECGi avec un modèle de propagation du potentiel électrique à la surface du coeur permet de rajouter cette information temporelle. Dans cette optique, avec Jérôme Fehrenbach, nous avons étudié le problème inverse de l'ECGi en ajoutant l'hypothèse que les signaux électriques se propagent à la surface du coeur comme des ondes progressives, l'avancée du front pouvant être décrite en première approximation par une équation eikonale. Avec cette hypothèse, les inconnues (les instants d'arrivée du front) sont déterminées par une condition initiale et une vitesse de propagation en chaque point de la surface, au lieu de constituer des inconnues indépendantes pour chaque point de la surface.

Avec Yves Coudière et Yves Bourgault, dans le cadre de la thèse d'Emma Lagracie, nous avons développé un modèle surfacique moyenné des potentiels électriques du coeur. Ce modèle relie à chaque instant le potentiel transmembranaire sur le coeur au potentiel à la surface du torse. Il est bien posé et permet de résoudre le problème inverse de l'ECGi en tenant compte de l'intérieur du

coeur, avec un coût numérique réduit. De plus, il permet de reconstruire une quantité, le potentiel transmembranaire, peu utilisée dans la littérature mais qui semble particulièrement utile pour le calcul des temps d'activation. Dans la suite, nous souhaitons étendre ce modèle à des géométries réalistes en 3D et étudier de nouvelles méthodes pour calculer les temps d'activation.

• **Ajout d'informations sur les propriétés du volume du torse :**

Lors d'expériences ex-vivo dans des torsos artificiels, où le coeur est immergé dans une solution homogène, l'ECGi donne des reconstructions satisfaisantes de l'activité cardiaque. Cela suggère que, parmi les sources possibles du manque de précision de l'ECGi figurent des carences de modélisation comme l'absence de prise en compte des hétérogénéités de conductivités dans le torse, des mouvements des organes internes et de la déformation du torse sous l'effet de la respiration. **Améliorer la modélisation et la description du problème direct dans le cas in-vivo, et de manière personnalisée, pourrait de ce fait améliorer la qualité des reconstructions de l'ECGi.** Pour cela, j'étudie actuellement la tomographie par impédance électrique (TIE), qui est une technique non-invasive de reconstruction de conductivités à partir de mesures électriques à la surface du corps. Le problème direct de la TIE consiste à calculer le potentiel électrique dans le domaine en fonction du courant injecté et de la distribution des conductivités dans le domaine :

$$\begin{cases} \operatorname{div}(\sigma \nabla u) = 0 \text{ dans le volume du torse,} \\ \sigma \nabla u \cdot n = 0 \text{ sur la surface du torse,} \\ u + z_m \sigma \nabla u \cdot n = U_m \text{ sur chaque électrode,} \\ \int_{E_m} \sigma \nabla u \cdot n dS = I_m \text{ pour chaque électrode,} \end{cases} \quad (2)$$

avec I_m le courant électrique injecté dans l'électrode E_m , U_m le voltage mesuré et z_m l'impédance de contact de l'électrode E_m . Le problème inverse consiste à **estimer les conductivités, ou les variations temporelles de ces conductivités, à partir des mesures électriques à la surface du corps.**

Dans le cadre de la thèse de Niami Nasr, co-encadrée avec Jérémie Dardé (Toulouse), nous avons développé des méthodes numériques de frontières immergées sur grille cartésienne, inspirées de mes travaux précédents, pour résoudre le problème direct de la TIE, puis le problème inverse qui lui est associé. **Les estimations des conductivités ainsi obtenues, ou éventuellement les informations sur la localisation et/ou le mouvement des organes dérivant des variations temporelles des conductivités, seront utilisées pour améliorer la résolution du problème inverse de l'ECGi.** L'utilisation de grilles cartésiennes plutôt que de maillages non-structurés a pour avantage de prendre en compte facilement les géométries mobiles.

Pour obtenir des reconstructions plus précises, il est nécessaire de contraindre la résolution du problème inverse en ajoutant des connaissances sur les propriétés des solutions recherchées. Avec Jing-Rebecca Li (Inria Paris Saclay) nous souhaitons résoudre le problème inverse de la TIE en utilisant des **techniques d'inférence bayésienne**. La formulation bayésienne permet d'incorporer des informations a priori sur les paramètres à estimer, par exemple des géométries d'organes dans le torse obtenues par des IRM ou des scanners, ou des valeurs typiques des conductivités, puis de calculer les estimations de ces paramètres. Le résultat obtenu est une distribution a posteriori des quantités d'intérêt au lieu d'estimations uniques. Dans le cas où les différentes solutions possibles diffèrent beaucoup les unes des autres, cette distribution a posteriori pourrait aider à analyser quelles informations manquent pour pouvoir sélectionner ou éliminer certaines de ces solutions possibles du problème inverse.

Par ailleurs, j'ai initié très récemment une collaboration avec Marc Dambrine, Charles Pierre et Bénédicte Puig, de l'Université de Pau, dans le cadre d'un projet Recherche de la Région Nouvelle Aquitaine. Il s'agit d'une part de développer des méthodes plus sophistiquées et efficaces pour la résolution du problème inverse de la TIE, d'autre part d'ajouter un modèle de bruit dans la résolution du problème inverse afin de le rendre plus robuste.

Enfin, depuis l'encadrement de la thèse d'O. Bouhamama, je collabore avec Laura Bear, chercheuse en traitement du signal à l'IHU Liryc. Dans le cadre du projet Région Nouvelle Aquitaine, nous avons obtenu un financement pour l'achat **d'un dispositif expérimental d'électrodes actives pour la TIE**. Laura développe actuellement le couplage de ce dispositif avec ceux qu'elle utilise habituellement pour l'ECGi. Dans un premier temps elle souhaite coupler la TIE au dispositif expérimental de torse artificiel qui permet d'étudier l'ECGi sur des coeurs explantés, puis dans un deuxième temps faire des expériences in-vivo sur des animaux. Ce dispositif expérimental nous permettra de tester les méthodes numériques ainsi développées sur des cas concrets.

3.1.2 Ecoulements géophysiques : conditions aux limites génératrices

Mots-clés : Equations dispersives, modèle de Boussinesq, couche limite dispersive, flux non-local, conditions aux limites numériques

Collaboration : Geoffrey Beck (IRMAR, Rennes), David Lannes (IMB, Bordeaux)

Les équations de Saint-Venant non-linéaire font partie des modèles les plus utilisés pour décrire l'évolution de vagues à la surface d'un fluide en eaux peu profondes. Elles peuvent s'écrire sous la forme

$$\begin{cases} \partial_t \zeta + \partial_x q = 0, \\ \partial_t q + \partial_x \left(\frac{1}{2} g h^2 + \frac{1}{h} q^2 \right) = 0, \end{cases} \quad (3)$$

avec ζ l'élévation de la surface et q la décharge horizontale ou intégrale verticale de la vitesse horizontale, $h = H_0 + \zeta$ la profondeur totale de l'eau (H_0 étant la profondeur au repos) et g l'accélération de la pesanteur.

Pour de nombreuses applications, l'élévation de la surface est connue à l'entrée du domaine de simulation

$$\zeta(t, x = 0) = f(t), \quad \text{pour tout } t \geq 0, \quad (4)$$

ainsi que les valeurs initiales de q et ζ dans le domaine,

$$(\zeta, q)(t = 0, x) = (\zeta^0, q^0)(x), \quad \text{pour tout } x \geq 0; \quad (5)$$

ce type de condition aux limites est souvent appelé condition aux limites génératrice. Le problème consistant à résoudre (3) assorti de (4) et (5) est un problème hyperbolique, il peut être résolu numériquement en utilisant la décomposition de la solution en invariants de Riemann.

Les équations de Saint-Venant non-linéaires négligent les effets dispersifs qui jouent un rôle important dans les zones côtières. Les modèles de Boussinesq, parmi lesquels le modèle de Boussinesq-Abbott :

$$\begin{cases} \partial_t \zeta + \partial_x q = 0, \\ \left(1 - \frac{H_0^2}{3} \partial_x^2\right) \partial_t q + \partial_x \left(\frac{1}{2} g h^2 + \frac{1}{h} q^2 \right) = 0, \quad (h = H_0 + \zeta) \end{cases} \quad (6)$$

sont les modèles les plus simples qui prennent en compte ces effets. Cependant, le système (4)-(6) n'est plus hyperbolique, ce qui complique le traitement de conditions aux limites génératrices. Des travaux ont été menés ces dernières années pour traiter numériquement ce problème de conditions aux limites, mais au prix d'une augmentation significative soit de la taille du domaine de calcul, soit du temps de calcul lui-même. Nous avons proposé une nouvelle approche pour traiter (4)-(6), très facile à implémenter et **qui n'occasionne aucune augmentation de la taille du domaine ou du temps de calcul**. Cette approche est basée sur une reformulation du problème comme un système de lois de conservation non-homogène pour ζ et q **avec un flux non-local et avec un terme source prenant en compte la couche limite dispersive**.

Dans le prolongement de ce travail, une application actuelle de la modélisation des écoulements côtiers concerne la modélisation du **couplage entre un fluide et une structure solide** en interaction avec le fluide. Ce type de modèle permettrait par exemple de faire des simulations de dispositifs simplifiés de récupération d'énergie marine bien moins coûteuses en temps de calcul que des simulations réalisées avec des modèles basés sur les équations de Navier-Stokes. Avec David Lannes et Geoffrey Beck, nous travaillons donc sur les conditions aux limites à imposer pour un modèle de couplage d'une structure solide avec un fluide, dans le cas des équations de Boussinesq.

3.1.3 Méthodes de frontières immergées sur grilles cartésiennes

Mots clés : Modélisation, analyse numérique, calcul parallèle, level-set, discrétisation adaptée près des interfaces, applications à la mécanique des fluides et à des phénomènes électriques

Collaborations : Angelo Iollo (IMB, Bordeaux) Yannick Gorsse (IMB, Bordeaux), Haysam Telib (Optimad Engineering, Turin), Marco Cisternino (IMB, Bordeaux), Clair Poignard (IMB, Bordeaux), Otared Kavian (Versailles), Michael Leguebe (IMB, Bordeaux), Michel Bergmann (IMB, Bordeaux), Baptiste Lambert (IMB, Bordeaux)

Jusqu'en 2017, mon sujet de recherche principal a été le développement de schémas numériques sur grilles cartésiennes, pour simuler des problèmes modélisés par des équations aux dérivées partielles, avec des termes de type transport et/ou diffusion, issus de la mécanique des fluides et de la biologie. Ces problèmes avaient pour point commun d'être formulés dans des géométries complexes : avec des interfaces ou frontières de forme quelconque, comme par exemple l'interface entre un fluide et un solide ou entre une cellule biologique et le milieu extérieur.

La discrétisation sur grille cartésienne présente l'avantage d'autoriser une parallélisation aisée et l'utilisation de bibliothèques de calcul efficaces. Les frontières ou interfaces sont représentées implicitement par l'isoligne zéro de fonctions level-set, ce qui permet de traiter naturellement de fortes déformations comme des changements de topologie. Par contre, les géométries considérées ne coïncident pas forcément avec la discrétisation sur grilles cartésiennes. Or il est nécessaire de prendre en compte les conditions aux limites ou les conditions de couplage imposées par les modèles physiques sur les frontières de ces géométries, sans quoi des problèmes de stabilité ou de perte de précision apparaissent.

Le but de mes travaux était donc de concevoir des méthodes numériques qui tiennent compte de ces conditions aux limites ou de couplage, afin de maintenir près de ces frontières ou interfaces une précision suffisante. En pratique, nous avons la plupart du temps cherché à obtenir une précision d'ordre deux, qui était pour les applications considérées un bon compromis entre

précision et complexité des schémas. Les schémas ainsi développés ont été implémentés en 2D et/ou en 3D et parfois en parallèle en utilisant la librairie de calcul parallèle PETSc.

Mes travaux sur cette thématique concernent :

- **des applications en mécanique des fluides (problèmes hyperboliques, paraboliques)** : écoulements compressibles en présence d'obstacles solides, écoulements incompressibles bifluides de type eau-air, calcul d'une fonction level-set préservant la précision de la courbure au cours du temps, modélisation et simulation de suspensions de particules,
- **et des applications faisant intervenir des phénomènes électriques (problèmes elliptiques)** : électroporation de cellules biologiques et matériaux électrostrictifs.

Suivant le type d'équations considéré, les stratégies de discrétisation sont différentes. En effet l'influence de l'erreur locale d'approximation sur le résultat est qualitativement différente :

- **Pour les problèmes elliptiques** il y a dans une certaine mesure compensation d'une erreur d'approximation plus grossière si celle-ci est pratiquée seulement tout autour de l'interface ou de la frontière.
- **Dans le cas des problèmes de transport**, l'erreur se propage le long des caractéristiques, ce qui la rend plus difficile à contrôler et requiert souvent de décentrer les schémas pour utiliser une information provenant de la bonne direction.

Je me suis intéressée à **la convergence théorique des méthodes de différences finies pour des problèmes elliptiques avec des interfaces immergées**. La plupart des études dans la littérature analysent ces méthodes en utilisant le formalisme des éléments finis ou des volumes finis, ce qui n'est pas très commode car cela implique de les reformuler complètement. J'ai développé des techniques d'étude de convergence pour ce type de méthodes, qui utilisent le formalisme des différences finies et permettent d'obtenir des estimations précises des coefficients de la matrice à inverser, en utilisant des fonctions de Green discrètes et un principe du maximum discret. Ces estimations permettent d'expliquer les effets d'erreurs d'approximation différentes dans différentes zones et leur compensation éventuelle. Ces effets mènent parfois à un phénomène de superconvergence, c'est-à-dire que le schéma numérique converge à un ordre plus élevé que celui attendu.

3.1.4 Méthodes particulières avec remaillage

Mots clés : Analyse numérique, calcul scientifique, transport lagrangien, écoulements compressibles, transport optimal

Collaborations : Georges-Henri Cottet et Adrien Magni (LJK, Grenoble), Angelo Iollo et Afaf Bouharguane (IMB, Bordeaux)

J'ai travaillé pendant mon doctorat et les premières années à Bordeaux sur des méthodes numériques pour résoudre des écoulements compressibles bifluides sujets à des instabilités hydrodynamiques telles que rencontrées dans les processus de fusion nucléaire. Ces écoulements sont décrits par les équations d'Euler compressibles. Les méthodes étudiées étaient des méthodes particulières : c'est à dire où les quantités conservatives sont discrétisées sur des points qui se déplacent de manière lagrangienne, à la vitesse de l'écoulement. Pour éviter que la distribution spatiale des particules ne devienne trop irrégulière, un remaillage, c'est à dire une interpolation

conservative des valeurs portées par les particules, est effectué régulièrement. Les méthodes particulières présentent l'avantage de bien traiter les écoulements avec de fortes déformations, car la condition de stabilité sur le transport revient à imposer que les trajectoires des particules ne se croisent pas, et est beaucoup moins restrictive que celle de méthodes plus classiques.

Avec Adrien Magni, nous avons notamment montré que pour une loi de conservation scalaire non-linéaire, les méthodes particulières avec remaillage TVD (Total Variation Diminishing) convergeaient bien vers l'unique solution entropique de la loi de conservation. Cette preuve est à ma connaissance, la seule de la littérature pour des méthodes particulières avec remaillage appliquées à des lois de conservation scalaires non-linéaires. Ces travaux ont trouvé une autre application quand avec Afaf Bouharguane et Angelo Iollo nous avons développé une méthode itérative basée sur une linéarisation pour résoudre un problème de transport optimal.

3.2 Publications

Je présente ci-après les 5 publications que je juge les plus significatives. La liste complète de mes publications et de mes productions scientifiques est disponible en Annexe 1.

1. J. Dardé, [N. Nasr](#), **L. Weynans**, [Immersed Boundary Method for the Complete Electrode Model in Electrical Impedance Tomography](#), *J. Comput. Phys.*, Vol. 487, 112-150, 2023

Dans cet article nous proposons un schéma de frontières immergées pour la résolution numérique du modèle complet d'électrode en tomographie d'impédance électrique, que nous utilisons comme ingrédient principal dans la résolution de problèmes inverses en imagerie médicale. Cette méthode permet d'utiliser une grille cartésienne sans discrétisation précise de la frontière, ce qui est utile dans des situations où la frontière est compliquée et/ou changeante. Nous démontrons la convergence de notre méthode et illustrons son efficacité avec des problèmes directs et inverses bidimensionnels. L'enjeu principal de ce travail était de tester la capacité d'une méthode de frontières immergées à résoudre le problème de la tomographie par impédance électrique avec suffisamment de précision pour permettre de calculer correctement les directions de descente lors de la résolution du problème inverse.

2. D. Lannes, **L. Weynans**, [Generating boundary conditions for a Boussinesq system](#), *Non-linearity*, vol 33, p 6868–6889, 2020

Dans cet article nous avons présenté une nouvelle méthode pour l'implémentation numérique de la génération de conditions aux limites pour un système de Boussinesq unidimensionnel. Cette méthode est basée sur une reformulation des équations et une résolution de la couche limite dispersante qui se crée à la frontière lorsque les conditions aux limites sont non homogènes. Cette méthode est mise en œuvre pour un schéma de volume fini de premier ordre simple et validée par plusieurs simulations numériques. Contrairement aux autres techniques que l'on peut trouver dans la littérature, notre approche ne provoque aucune augmentation du temps de calcul par rapport aux conditions aux limites périodiques.

3. **L. Weynans**, [Super-convergence in maximum norm of the gradient for the Shortley-Weller method](#), *J. Sci. Comput.*, vol 75, pp 625-637, 2018

Cet article contient une analyse de convergence d'une méthode de frontières immergées : la méthode de Shortley-Weller. L'originalité de ce travail est de traiter non-seulement la convergence de la solution, mais également celle du gradient de la solution. En effet, cette

méthode est connue pour être précise au second ordre pour la solution elle-même et pour le gradient discret, bien que son erreur de consistance près de la frontière ne soit que du premier ordre. Je démontre donc la super-convergence du second ordre en norme L^∞ du gradient, en utilisant un principe maximum discret pour obtenir des estimations sur les coefficients de la matrice inverse. L'avantage de cette approche par différences finies est qu'elle peut fournir des résultats de convergence ponctuelle en fonction de l'erreur de consistance locale et de l'emplacement dans le domaine de calcul.

4. [Y. Gorsse](#), [A. Iollo](#), [H. Telib](#), **L. Weynans**, [A simple second order Cartesian scheme for compressible flows](#), *J. Comput. Phys.*, Vol. 231, Issue 23, pp 7780-7794, 2012.

Dans cet article nous avons présenté un schéma de volumes finis pour les écoulements d'Euler compressibles où la grille est cartésienne et ne s'adapte pas au corps. Le schéma, basé sur la définition d'un problème de Riemann ad hoc aux frontières solides, est simple à mettre en œuvre et est formellement précis au second ordre. Nous avons utilisé des états fictifs prenant en compte la condition de non-glissement à l'ordre deux, et en utilisant parfois une extrapolation décentrée "upwind" pour tenir compte de la physique de l'écoulement. Les taux de convergence de l'erreur par rapport à plusieurs cas tests exacts sont étudiés et des exemples de solutions d'écoulement en une, deux et trois dimensions sont présentés.

5. [M. Cisternino](#), **L. Weynans**, [A parallel second order Cartesian method for elliptic interface problems](#), *Commun. Comput. Phys.*, Vol. 12, pp. 1562-1587, 2012.

Dans cet article nous avons développé une méthode numérique de type frontières immergées pour résoudre des problèmes elliptiques avec des interfaces immergées complexes. Cette méthode est basée sur un schéma de différences finies et est précise au second ordre dans tout le domaine. L'originalité de la méthode réside dans l'utilisation de variables inconnues supplémentaires situées sur l'interface, ce qui permet d'exprimer directement les conditions de transmission de l'interface. Le principe de discrétisation que j'ai développé dans cet article m'a ensuite permis de résoudre d'autres problèmes plus complexes, avec des applications dans des domaines différents : électroporation de cellules biologiques, écoulements incompressibles bi-fluides, et tomographie par impédance électrique.

3.3 Encadrement doctoral et scientifique

J'ai dirigé/encadré 5 thèses et 3 postdoctorants, à chaque fois en co-direction ou co-encadrement. Le co-encadrement et la co-direction sont d'un usage très courant dans la communauté de modélisation et calcul scientifique car ils permettent d'associer des connaissances complémentaires. La liste complète de mes encadrements : stage, thèse, postdoctorat, est disponible en annexe 2.

3.4 Diffusion et rayonnement

Jurys de thèse [23]

2024 : Benjamin Sulis (Reims), Haibo Liu (Sorbonne Université)

2023 : Camille Chambon (CNAM Paris), Leila Salomon (Ensta Bretagne), Zheyi Yang (Paris Saclay), Tiffanie Carlier (Bordeaux)

2022 : Mathias Averseng (Onera Toulouse), Mirco Cialella (Bordeaux), Meriem Zefzouf (Université de Montpellier), Sixtine Michel (Bordeaux)

2021 : Georis Billo (Aix-Marseille Université)
2019 : Thibault Xavier (Onera Toulouse), Umberto Bosi (Bordeaux)
2018 : Alexis Dalmon (IMFT, Toulouse), Pierre-Elliott Becue (Bordeaux), Laurène Hume (Université de Pau et des Pays de l'Adour), Louis Vittoz (Ecole Centrale Nantes)
2017 : Isabelle Lagrange (Onera Toulouse),
2016 : Andrea Filippini (Bordeaux)
2015 : Pierre Bigay (Ecole Centrale Nantes)
2012 : Marco Cisternino (Politecnico di Torino et Université Bordeaux 1)
2009 : Gabriele Ottino (Politecnico di Torino et Université Bordeaux 1), Federico Gallizio (Politecnico di Torino et Université Bordeaux 1)

Rapports de thèse [7]

2024 : Benjamin Sulis (Reims), Haibo Liu (Sorbonne Université)
2023 : Camille Chambon (CNAM Paris), Leila Salomon (Ensta Bretagne)
2022 : Meriem Zefzouf (Université de Montpellier)
2021 : Georis Billo (Aix-Marseille Université)
2018 : Chiara Stissi (Université de Catane, Italie)

Activité de reviewing et évaluation de dossiers

Je suis revieweuse pour différents journaux de mathématiques appliquées, de mécanique des fluides numérique et d'ingénierie bio-médicale : Journal of Computational Physics, Mathematical Modelling of Natural Phenomena, Nonlinearity, Journal of Computational and Applied Mathematics, International Journal for Numerical Methods in Fluids, Iranian Journal of Mathematical Sciences and Informatics, Computers in Biology and Medicine, Mathematical Modelling of Natural Phenomena, ...

J'ai évalué des dossiers d'avancement de grade en 2023 et 2024 (promotion hors-classe MCF) et de demande de prime individuelle RIPEC en 2022 et 2023.

Animation scientifique

- 2025 : membre de l'équipe organisatrice du congrès SMAI 2025
- 2024 : membre du comité scientifique du CANUM 2024
- 2024 : Organisation du colloque "ETES 2024" (Enseigner les Transitions Écologiques et Sociales dans le supérieur)
- Juin 2023 : Organisation du Workshop "Mathematics of electrical imaging : modeling, theory and implementation" à Toulouse
- 2019 - 2020 : Organisation d'un Journal Club bimensuel, IHU Liryc
- 2019 : Organisation du groupe de travail "Méthodes Numériques" à l'IMB
- Octobre 2018, Décembre 2016, Janvier 2015 : Organisation de journées scientifiques de l'équipe " Calcul Scientifique Modélisation" de l'IMB
- Juin 2015 : Organisation d'un workshop dans le cadre d'un projet BIS (financé par l'Idex de Bordeaux), Santa Barbara, USA,
- Mars 2014 : Organisation du Workshop "Cartels" : "Cartesian grid, Level-set and Immersed boundary Lecture Series", Bordeaux
- Septembre 2013 : Organisation de la Young Investigator Conference ECCOMAS, Bordeaux
- Janvier 2011 : Organisation de la Journée d'Accueil en Mathématiques à Paris
- 2010 : Organisation du CANUM (Congrès d'Analyse Numérique)
- 2009 -2013 : Co-responsable du séminaire de l'Equipe Calcul et Modélisation de l'IMB

- 2007 - 2008 : Responsable du groupe de travail de l'équipe Inria MC2

Diffusion du savoir

Depuis mon arrivée à Bordeaux je me suis très fortement impliquée dans des activités de diffusion de la science, principalement en direction des scolaires et des enseignants. J'ai été de 2014 à 2018 chargée de mission de l'IMB pour les relations avec le secondaire. A ce titre, je coordonnais les différents événements de diffusion scientifique à destination des scolaires et des enseignants du secondaire dans lesquels était impliqué l'Institut de Mathématiques. Avant la période du covid, je faisais en moyenne entre 5 et 10 exposés par an de diffusion scientifique auprès de collégiens, lycéens, étudiants et enseignants du secondaire dans différents cadres tels que la Fête de la science, la Semaine des Maths, les Labomaths...

J'ai co-organisé chaque année entre 2019 et 2023 la semaine MIMM "[Moi Mathématicienne](#) [Moi Informaticienne](#)" avec une équipe de collègues mathématiciens et informaticiens. Il s'agit d'une semaine de stage de découverte des formations, de la recherche et des métiers des mathématiques et de l'informatique à destinations d'élèves de 3ème et de 2nde. Nous avons reçu en 2022 [le prix "Talents U"](#) de l'Université de Bordeaux pour l'organisation de cette action.

J'ai également participé aux événements suivants :

- Mai 2016, Avril 2017, Mars 2018 : organisation avec Chantal Menini d'une journée "[Filles et Maths, une équation lumineuse](#)" à l'Université de Bordeaux. Nous avons accueilli à chaque fois une centaine de jeunes filles.
- 2017 à 2019 : animation du groupe IREM "[CultureMath](#)", chargé de rédiger des articles de vulgarisation mathématiques pour le site [CultureMath](#).
- Projet "Maths à Modeler" [Paradoxe](#) avec deux classes de 3ème du collège Henri de Navarre à Coutras, Gironde, en 2015-2016. Le but du projet était la création par les élèves d'un sondage sur la violence au collège et l'analyse statistique des résultats.
- Mai 2015 : Participation à l'organisation du "Printemps de la mixité", Université de Bordeaux, une journée destinée à un public lycéen, afin d'améliorer la mixité dans les parcours universitaires
- Marrainage d'une lauréate du Prix de la Vocation Scientifique et Technique des Filles 2010
- 2009, 2014, 2015, 2016, 2018 : Animation d'un stand pour la Fête de la Science
- Coordination en 2007 et 2008 du jeu mathématique en ligne Enigmath (www.enigmath.org)

De ces expériences, je retient que ces activités demandent un vrai investissement en temps, mais sont aussi très stimulantes pour les échanges qu'elles suscitent, et pour la mise en perspective de nos activités de recherche qu'elles apportent. Après avoir expérimenté de nombreux formats, je suis convaincue que les actions comme les stages MIMM sont un moyen particulièrement efficace de convaincre des jeunes femmes de s'orienter vers les mathématiques, en particulier parce qu'elles permettent une imprégnation durable dans le milieu de la recherche en sciences.

3.5 Projets de recherche

Projets de recherche en tant que PI

- 2024 - 2028 : PI avec J.-R. Li (Paris Saclay) de l'Action Exploratoire Inria "[REALPRIO-REIT](#)". Ce projet vise à développer des méthodes d'inférence bayésienne avec a priori

physiologiques réalistes pour la tomographie par impédance électrique.

Financement obtenu : 1 thèse, 2 ans de postdoctorat, 24 Keuros de fonctionnement

- 2023 - 2027 : PI du projet de recherche "TIE-Cardio", co-financé par la Région Nouvelle-Aquitaine, Inria Bordeaux et la Fondation EDF, impliquant l'IMB, le laboratoire de Mathématiques et Applications de Pau et l'IHU-Liryc. Ce projet vise à développer des méthodes numériques pour le couplage tomographie par impédance électrique/imagerie électrocardiographique et les valider expérimentalement.

Financement obtenu : 1 thèse, 2 ans de postdoctorat, 15 Keuros pour l'achat d'équipement expérimental

- 2023 : PI du projet "Tomographie d'impédance électrique pour la détection d'arythmies cardiaques", financé par la Fondation EDF, impliquant Jérémie Dardé (IMT, Toulouse) et Jing-Rebecca Li (Inria Paris Saclay)

Financement obtenu : 20 Keuros pour l'achat d'équipement expérimental, 1 stage de master

- 2018 : PI du projet "Méthodes de Monte Carlo pour la résolution du problème inverse en électrocardiographie" de l'Appel à Projet Interdisciplinaire de l'Université de Bordeaux

Financement obtenu : 1 thèse

- 2014 - 2016 : PI avec Angelo Iollo du projet inter-Labex (CPU-Amadeus) ElectroS, sur la modélisation numérique de matériaux électrostrictifs, en collaboration avec des physiciens-chimistes expérimentateurs de 2 laboratoires bordelais

Financement obtenu : 1 an de postdoctorat

Projets de recherche en tant que participante _____

- 2020 - 2024 : membre du projet Labex CIMI "Electrical Impedance Tomography for the Inverse Problem of Electrocardiographic Imaging" de l'Université de Toulouse, porté par Jérémie Dardé (IMT, Toulouse)

Financement obtenu : 24 Keuros pour organiser des échanges scientifiques

- 2020 : membre du projet EcosNord / Conacyt "Qualitative and numerical analysis of inverse problems in cardiology" entre l'équipe Inria Carmen et le centre de mathématiques appliquées de la Benemerita Universidad Autonoma de Puebla, Mexico

Financement obtenu : des séjours bilatéraux pour des chercheurs et des étudiants

- 2015 : membre du projet PEPS-Egalité "La théorie du transport optimal de masse", porté par Afaf Bouharguane (IMB, Bordeaux)

Financement obtenu : 5 Keuros

- 2012 - 2014 : membre du projet ANR MEMOVE, porté par Clair Poignard (IMB, Bordeaux) : "Multiscale Electroporation Modeling Validated by the Experiments".

- 2009 - 2012 : membre du projet ANR CARPEiNTER, porté par Angelo Iollo (IMB, Bordeaux) : "Cartesian grids, penalization and level set for the simulation and optimisation of complex flows"

4 Responsabilités collectives et d'intérêt général

Depuis mon arrivée à l'Université de Bordeaux, je m'implique dans les différents aspects de la vie collective : participation aux conseils au sein du laboratoire, de l'UF, du département ou

du centre Inria, ainsi que dans des instances nationales (CNU, SMAI) où je contribue ainsi à la visibilité de l'Université de Bordeaux.

4.1 Responsabilités et mandats locaux

- 2023 : Membre de la Commission des Emplois de Recherche du centre Inria de l'Université de Bordeaux
- 2019 - : Membre du Bureau du Comité des Projets du centre Inria de l'Université de Bordeaux, qui a la charge d'assister la direction du centre sur les sujets scientifiques
- 2019 - 2022 : Membre du conseil scientifique de l'IMB
- 2019 - 2022 : Membre de la Commission Consultative de la section 26 de l'IMB
- 2018 - 2022 : Membre élu du conseil de l'UF Mathématiques et Interactions
- 2014 - 2019 : Membre élu du conseil du Département Science et Technologies de l'Université de Bordeaux
- 2010 - 2014 : Membre élu de la Commission Consultative de la section 26 à l'IMB
- 2012 -2014 : Membre élu du collège B du conseil de l'UFR Maths-Info

4.2 Responsabilités et mandats nationaux

- 2023 : Membre élu du CNU 26, élue au bureau en tant qu'assesseuse rang B
- 2020 - 2023, puis 2023 - : Membre élu du CA de la SMAI
- 2012 - : Correspondante locale de la SMAI à l'IMB

Participation à des comités de sélection ou jurys de recrutement [20] _____

2024 : Jury CR Inria Bordeaux
2021 : CNAM Paris, Université Technologique de Compiègne
2020 : Université de Poitiers, Orsay
2019 : Jury CR Inria Bordeaux
2018 : Université de Bordeaux et comité recrutement PRAG, Bordeaux INP
2017 : Université de Pau et des Pays de l'Adour
2016 : Université Paris 5, CNAM Paris
2015 : Ecole Centrale Nantes, ENSEIRB-Matmeca
2013 : Université Bordeaux 1
2012 : Université Lille 1, Université Bordeaux 1
2010 : INSA de Toulouse et Université Toulouse 3
2009 : INSA de Toulouse et Université Toulouse 3

4.3 Autres implications dans la vie collective

- 2021 - : Création d'un [programme de mentorat](#) pour les personnels de l'IMB
- 2019 : Initiation d'une étude conduite par Laura Chevalier, doctorante en sciences humaines sur le ressenti de carrière des enseignant.e.s-chercheur.e.s et chercheur.es. de l'IMB
- 2018 - : Création de la [mission Parité de l'IMB](#)
- 2017 - 2018 : Membre de la commission Egalité de l'Université de Bordeaux

Annexe 1 : Tableau des enseignements

Master 2

Eléments Finis Avancés, CM+TP	36h	2019 à 2024	env. 30 étudiants
Méthodes numériques pour la dynamique des populations	17h	2019 à 2022	env. 15 étudiants

Master 1

Approximation des EDP, TD	30h	2019 à 2021	env.10-15 étudiants
Groupe de travail thématique CM et projet	6h + 9h	2019 à 2021	< 10 étudiants

Licence

Outils Mathématiques, L1, CM	24h	2021 à 2024	150 étudiants
Analyse, L2, cours/TD intégré	31h	2020 à 2023	30 étudiants
Groupe de travail applicatif, L3, projet	10h	2020 à 2023	6 étudiants
Programmation avancée pour le calcul scientifique, L3, CM et TP	30h + 30h	2016 à 2019	25 étudiants
Introduction à l'analyse numérique, L2, CM	30h	2015 à 2024	100 étudiants
Introduction à l'analyse numérique, L2, TD	30h	2015 à 2019	25 étudiants
Calcul Scientifique, L3, TD	30h	2007 à 2011	25 étudiants
Initiation au calcul scientifique et symbolique, L2, TD/TP	30h	2007 à 2011	25 étudiants
Approximation numérique, L3, TD	30h	2007 à 2010	25 étudiants
Mathématiques pour physiciens, L1, cours/TD intégré	30h	2007 à 2008	25 étudiants

Licence Internationale (cours hybrides en anglais)

Probabilities and Statistics, L2, cours/TD intégré	26h	2020 à 2023	10 étudiants
Linear Algebra, L2, cours/TD intégré	26h	2018 à 2020	10 étudiants
Integration and Differential Equations, L2, cours/TD intégré	26h	2012 à 2024	10 étudiants

Prépa des INP

Intégration, cours	25h	2018 à 2019	85 étudiants
Intégration, TD	53h	2018 à 2019	25 étudiants

ENSEIRB-Matmeca

Eléments Finis Avancés, CM+TP	36h	2019 à 2024	env. 30 étudiants
Programmation Fortran pour le calcul scientifique, TP	20h/40h	2013 à 2020	15 étudiants
Approximation des EDP, TD	30h	2007 à 2008	25 étudiants
Travaux d'Etude et Recherche, projet	16h	2007 à 2018	4-15 étudiants

Annexe 2 : Publications et productions scientifiques

Je publie dans des revues de mathématiques appliquées et calcul scientifique. Avant mon changement thématique je publiais également dans des journaux de mécanique des fluides numérique, et depuis ce changement dans des revues ou des proceedings de conférences en ingénierie bio-médicale. Tous mes travaux sont accessibles sur ma page web.

Mémoires

1. Habilitation à Diriger des Recherches

Prise en compte précise de géométries complexes pour l'approximation d'EDP sur grilles cartésiennes et leur simulation en calcul parallèle, soutenue à l'Université de Bordeaux en Décembre 2018.

2. Thèse de doctorat

Méthode particulière multiniveaux pour la dynamique des gaz, application au calcul d'écoulements multifluides, soutenue à l'Université de Grenoble 1 en Décembre 2006.

Publications dans des revues à comité de lecture [19]

1. J. Dardé, N. Nasr, **L. Weynans**, Immersed Boundary Method for the Complete Electrode Model in Electrical Impedance Tomography, *J. Comput. Phys.*, Vol. 487, 112-150, 2023
2. J. Fehrenbach, **L. Weynans**, Source and metric estimation in the eikonal equation using optimization on a manifold, *Inverse Problems and Imaging*, Vol 17, issue 2, 419-440, 2023
3. O. Bouhamama, M. Potse, L. Bear, **L. Weynans**, A Patchwork Method to Improve the Performance of Current Methods for Solving the Inverse Problem of Electrocardiography, *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, vol. 70, no. 1, pp. 55-66, 2023
4. M. Bergmann, **L. Weynans**, A Cartesian method with second-order pressure resolution for incompressible flows with large density ratios, *Fluids*, 6(11), 402, 2021
5. D. Lannes, **L. Weynans**, Generating boundary conditions for a Boussinesq system, *Non-linearity*, vol 33, p 6868-6889, 2020
6. B. Lambert, M. Bergmann, **L. Weynans**, Methodology for Numerical Simulations of Ellipsoidal Particle-Laden Flows, *Int. J. Numer. Meth. Fluids*, vol 92, p 855-873, 2020
7. B. Lambert, M. Bergmann, **L. Weynans**, Local lubrication model for spherical particles within an incompressible Navier-Stokes flow, *Phys. Rev. E*, vol 97, 033313, 2018
8. **L. Weynans**, Super-convergence in maximum norm of the gradient for the Shortley-Weller method, *J. Sci. Comput.*, vol 75, pp 625-637, 2018
9. M. Bergmann, F. Luddens, **L. Weynans**, Enablers for high order level set methods in fluid mechanics, *Int. J. Num. Meth. Fl.*, 79, pp.654-675, 2015
10. A. Bouharguane, A. Iollo, **L. Weynans**, Numerical solution of the Monge-Kantorovich problem by Picard iterations, *ESAIM : Math. Modell. Numer. Anal.*, 49 (6), pp.1577, 2015

11. M. Leguebe, C. Poignard, **L. Weynans**, [A second-order Cartesian method for the simulation of electropermeabilization cell models](#), *J. Comput. Phys.*, vol 292, pp114-140, 2015
12. O. Kaviani, M. Leguebe, C. Poignard, **L. Weynans**, ["Classical" Electropermeabilization Modeling at the Cell Scale](#), *J. Math. Biol.*, Vol 68, pp 1-31, 2014
13. A. Magni, **L. Weynans**, [Consistency, accuracy and entropic behaviour of remeshed particle methods](#), *ESAIM : Math. Modell. Numer. Anal.*, Vol. 47, pp 57-81, 2013.
14. Y. Gorsse, A. Iollo, H. Telib, **L. Weynans**, [A simple second order Cartesian scheme for compressible flows](#), *J. Comput. Phys.*, Vol. 231, Issue 23, pp 7780-7794, 2012.
15. M. Cisternino, **L. Weynans**, [A parallel second order Cartesian method for elliptic interface problems](#), *Commun. Comput. Phys.*, Vol. 12, pp. 1562-1587, 2012.
16. D. Dambrine, P. Hoch, R. Kuate, J. Loheac, J. Metral, B. Rebouret, **L. Weynans**, [Robust numerical schemes for anisotropic diffusion problems, a first step for turbulence modeling in Lagrangian hydrodynamics](#), *ESAIM : Proc.*, Vol. 28, p. 80-99, 2009
17. L. Boudin, **L. Weynans**, [Spray impingement on a wall in the context of the upper airways](#), *ESAIM : Proc.*, Vol. 23, pp. 1-9, 2008
18. S. Hickel, **L. Weynans**, N.A. Adams, G.-H. Cottet, [Towards implicit Sub-Grid Scale Modeling by Particle Methods](#), *ESAIM : Proc.*, Vol. 16, pp. 77-88, 2007
19. G.-H. Cottet, **L. Weynans**, [Particle methods revisited: a class of high order finite-difference methods](#), *C. R. Acad. Sci., Paris, Ser. I, Vol 343, No 1, p. 51, 2006.*

Preprints et articles en préparation [3]

1. G. Beck, D. Lannes, **L. Weynans**, [A second order scheme for waves interacting with floating objects in the Boussinesq regime](#), *soumis à Math Models Methods Appl Sci en 2023*
2. **L. Weynans**, [Convergence of a cartesian method for elliptic problems with immersed interfaces](#), *soumis à Springer Series en 2024*
3. Y. Bourgault, Y. Coudière, E. Lagracie, **L. Weynans**, [An interface heart model for the inverse problem of cardiac electrophysiology](#), *en préparation*

Actes de conférences [7]

1. E. Lagracie, **L. Weynans**, Y. Coudière, [Comparison of Two Formulations for Computing Body Surface Potential Maps](#) *CinC 2023 - Computing in Cardiology, Atlanta*
2. O. Bouhamama, **L. Weynans**, L. Bear, [Evaluation of the ECGI Patchwork Method Using experimental Data in Sinus Rhythm](#) *CinC 2021 - Computing in Cardiology, Sept. 2021, Brno/virtual*
3. O. Bouhamama, M. Potse, R. Dubois, **L. Weynans**, L. Bear, [A Patchwork Inverse Method in Combination with the Activation Time Gradient to Detect Regions of Slow Conduction in Sinus Rhythm](#), *CinC 2020 - Computing in Cardiology, Sep 2020, Rimini*
4. M. Bergmann, F. Luddens, **L. Weynans**, [A sharp Cartesian method for the simulation of air-water interface](#), *Proceedings of ICCFD8, 2014*

5. M. Bergmann, C. Galusinski, I. Iollo, **L. Weynans**, Drag and drop simulations : from images to full 3D simulations *Proceedings of ICCFD8, 2014*
6. Y. Gorsse, I. Iollo, **L. Weynans**, A simple second order cartesian scheme for compressible flows *FVCA VI, Springer Proceedings in Mathematics, vol 4, Part 1, 543-551, 2011*
7. G.-H. Cottet, B. Rebourecet, **L. Weynans**, A multilevel adaptive particle-grid method for gas dynamics, *ECCOMAS Thematic Conference on Meshless Methods, B14.1-6, 2005*

Conférences internationales [26 dont 5 invitations]

- 2023 : ICIAM Conference (Tokyo, Japon), Computing in Cardiology (Atlanta, USA)
- 2022 : Computing in Cardiology (Tampere/virtual, Finlande)
- 2021 : Computing in Cardiology (Brno/virtual, République Tchèque)
- 2020 : VPH 2020 Conference (Paris), Computing in Cardiology (Rimini/virtual, Italy)
- 2019 : Mini-symposium "Numerical methods for interfacial dynamics", ICIAM 2019 (Valence, Espagne), Hywec 2 : The Hydrodynamics of Wave Energy Convertors" (Talence, France, conférencière invitée)
- 2018 : Fifth International Workshop on "Modeling, Analysis, Simulations, and Applications of Inter-Facial Dynamics and FSI Problems" et son pré-meeting (Académie des Sciences de Chine, Pékin et Sanya, Chine, conférencière invitée aux deux)
- 2017 : 70th Annual Meeting of the APS Division of Fluid Dynamics (Denver, Colorado)
- 2016 : International Workshop on Fluid-Structure Interaction Problems (Singapour, conférencière invitée), 7th European Congress on Computational Methods in Applied Sciences and Engineering (Venise, Italie)
- 2015 : Workshop BIS (Santa Barbara, Etats-Unis, conférencière invitée)
- 2014 : Workshop "Cartels" : "Cartesian grid, Level-set and Immersed boundary Lecture Series" (Bordeaux), ICCFD 2014 (Chengdu, China)
- 2013 : EUROMECH Colloquium "Immersed Boundary Methods : Current Status and Future Research Directions" (Leiden, The Netherlands)
- 2012 : IUTAM Symposium on Particle methods in Fluid Mechanics (Lyngby, Danemark), Gordon Research Conference on Bioelectrochemistry (Barga, Italie)
- 2011 : Mini-Symposium on Fictitious Domain Methods, 16th International Conference on Finite Elements in Flow Problems (Munich, Allemagne), International Symposium on Finite Volumes for Complex Applications 6 (Prague)
- 2010 : International workshop on Immersed Boundaries and Fictitious Domain Methods (CIRM, Marseille), Workshop on "Analytical and Numerical Problems in Fluid Dynamics" (Catane, Italie, conférencière invitée)
- 2009 : Symposium "Current and New Trends in Scientific Computing" (Université du Chili, Santiago)
- 2008 : Congrès ECCOMAS (Venise, Italie)
- 2005 : ECCOMAS Thematic Conference on Meshless Methods (Lisbonne, Portugal)

Conférences nationales et séminaires [37 dont 26 invitations]

- 2024 : Séminaire à l'ICJ (Lyon)
- 2023 : Séminaires à l'IMT (Toulouse) et au LMAP (Pau)
- 2022 : Colloque des Journées Math Bio Santé (Besançon, conférencière invitée), workshop "Méthodes Frontières Immergées en Nouvelle-Aquitaine" Fédération Margaux (Poitiers, conférencière invitée), séminaire ENSTA Paris
- 2021 : Séminaires au LAGA (Paris 13), LMO (Paris-Saclay), LJLL (Sorbonne Université), journée "Calcul et Simulation" de la Fédération Margaux (Arcachon, conférencière invitée), congrès SMAI
- 2021 : Conférence cycle SMAI & Musée des Arts et Métiers (conférencière invitée)
- 2019 : Séminaire à l'Institut de Mathématiques de Toulouse, workshop de l'ANR RheoSUNN (Ecole Polytechnique, Palaiseau, conférencière invitée)
- 2018 : Groupe de travail MathOcéan (Bordeaux), séminaire au LJAD (Nice)
- 2016 : Journées CEA-GAMNI, Paris
- 2015 : Séminaires au LMO (Paris-Saclay), LMA (Poitiers), IMAG (Montpellier) et à l'Ecole Centrale Nantes, Workshop "Boundary conditions" (Bordeaux), séminaire à Optimad Engineering (Turin)
- 2013 : Séminaire de l'équipe Calcul et Modélisation (Bordeaux), Congrès français de mécanique (Bordeaux), Congrès SMAI (Seignosse)
- 2011 : Journée Scientifique : Méthodes numériques innovantes pour l'interaction fluide - structure, IMT (Toulouse, conférencière invitée)
- 2010 : Séminaire du Laboratoire Nicolas Oresme (Caen)
- 2008 : Séminaire du CEMRACS (Marseille), Journées Pau-Bordeaux-Toulouse (conférencière invitée)
- 2007 : Groupe de travail de Mécanique des Fluides, IMT (Toulouse), séminaire du Département d'Ingénierie Civile (Université Catholique de Louvain-la-Neuve, Belgique)
- 2006 : Groupe de travail "Méthodes numériques" du LJLL (Paris 6), séminaire EDP, IRMA (Strasbourg), Journées EDP Rhône-Alpes (St Etienne, conférencière invitée), Groupe de travail "Mécanique des fluides réels" (ENS Cachan), CANUM
- 2005 : Groupe de travail "Autour de la mécanique des fluides" (ENS Cachan)

Développement de programmes informatiques pour le calcul scientifique _____

- **Méthodes particulières avec remaillage**
 - Développement et validation d'un code Fortran 2D multifluide avec raffinement de grilles adaptatif (≈ 3000 lignes), utilisé pour simuler la formation d'instabilités hydrodynamiques.
 - Implémentation dans un code Fortran 3D (incompressible, ≈ 5000 lignes) de modèles sous-mailles implicites, simulation d'un vortex de Taylor-Green et de l'expérience de Comte-Bellot-Corrsin.
 - Développement et validation d'un code Fortran 3D multifluide (≈ 1500 lignes) avec utilisation de limiteurs TVD pour le remaillage, utilisé pour un cas-test astrophysique (formation de l'instabilité de Kelvin-Helmholtz).

- **Méthodes de frontières immergées pour des écoulements compressibles (thèse de Yannick Gorsse)**
 - Développement d'un code Fortran 2D et 3D (≈ 2500 lignes) séquentiels
 - Code Fortran 3D parallèle (≈ 7000 lignes) développé avec la bibliothèque PETSc.
- **Méthodes cartésiennes pour des problèmes elliptiques avec interfaces immergées**
 - Développement et validation d'un code Fortran 2D (≈ 2000 lignes) et 3D (≈ 2000 lignes) séquentiels.
 - Développement et validation d'un code 2D (≈ 5000 lignes) et 3D (≈ 5000 lignes) parallèles, avec la bibliothèque PETSc (thèse de Marco Cisternino, dans laquelle j'ai été fortement impliquée)
- **Simulation de l'électroperméabilisation de cellules biologiques**
Développement et validation d'un code Fortran 2D instationnaire (≈ 2000 lignes)
- **Simulation d'écoulements bifluides incompressibles**
Développement à partir d'une version Fortran 2D du code "NasCar" développé par Michel Bergmann (IMB, Bordeaux) (≈ 2000 lignes de code ajoutées)
- **Outils pour le calcul de l'évolution d'une fonction level-set (postdoctorat de Francky Luddens)**
Développement et validation d'un code Fortran 2D (≈ 5000 lignes)
- **Simulation de suspensions (thèse de Baptiste Lambert)**
Développement dans le code C++ "NasCar" de M. Bergmann, en 3D parallèle
- **Tomographie par impédance électrique**
 - Développement et validation d'un code Fortran 2D (≈ 2000 lignes)
 - Développement d'un code C++ 2D séquentiel (thèse de Niami Nasr)
 - Développement d'un code C++ 2D parallèle (thèse de Niami Nasr)
- **Imagerie électrocardiographique**
 - Développement et validation d'un code matlab 3D : résolution de l'ECGi avec une méthode d'éléments finis
 - Développement d'un code python 3D en éléments finis pour le problème inverse ECGi avec une équation eikonale
 - Développement d'un code python 2D pour la résolution du modèle bidomaine avec des volumes finis DDFV (thèse d'Emma Lagracie)

Annexe 3 : Encadrement doctoral et scientifique

Encadrement de thèses et postdoctorats

J'ai dirigé/encadré 5 thèses et 3 postdoctorants, à chaque fois en co-direction ou co-encadrement.

- Sept 2022 - : Thèse d'Emma Lagracie
"Reconstruction de la séquence d'activation électrique du coeur à partir de mesures non-invasives"
Financée par une bourse de l'école doctorale Mathématiques et Informatique
Co-directrice (50%) avec Y. Coudière (Bordeaux)
1 proceeding de conférence et 1 article en préparation
- Mars 2022 - Dec 2022 : Postdoctorat de Raul Kazan Cunha
Co-encadrante avec S. Ervedoza
Raul est depuis retourné en postdoctorat au Brésil dans le but d'y obtenir un poste permanent.
- 2020 - 2023 : Thèse de Niami Nasr, Université de Bordeaux
"Méthodes numériques pour la tomographie par impédance électrique dans le cadre de l'électrocardiographie."
Financée par une bourse de l'école doctorale Mathématiques et Informatique
Directrice de thèse, avec pour co-encadrant J. Dardé (IMT Toulouse)
1 article paru à J. Comput. Phys.
Niami est actuellement ATER à l'Université de Bordeaux
- 2018 - : Thèse d'Oumayma Bouhamama, Université de Bordeaux
"Méthodes numériques pour la résolution du problème inverse en électrocardiographie dans le cas d'anomalies structurelles du tissu cardiaque."
Financée par l'appel à projets interdisciplinaire de l'Université de Bordeaux
Co-directrice (50%) avec L. Bear (IHU Liryc, Bordeaux)
2 proceedings de conférences, 2 articles parus : IEEE Trans. Biomed. Eng. et Journal of Electrocardiology (dont je ne suis pas co-auteur)
Oumayma a souhaité s'orienter vers l'enseignement une fois sa thèse soutenue et est actuellement en congé parental.
- 2015 - 2018 : Thèse de Baptiste Lambert, Université de Bordeaux
"Modélisation et simulation de suspensions de particules dans un fluide incompressible"
Financée par une bourse de l'école doctorale Mathématiques et Informatique
Co-directrice (50%) avec M. Bergmann
2 articles parus à Phys. Rev. E et Int. J. Numer. Meth. Fluids
Actuellement chercheur chez German Aerospace Center (Jena, Allemagne)
- Octobre 2014 - Fev 2016 : Postdoctorat de Marco Cisternino, Université de Bordeaux
"Modélisation numérique de matériaux électrostrictifs"
Financé par un projet inter-Labex de l'Université de Bordeaux
Co-Encadrante (50%) avec A. Iollo
Actuellement ingénieur de recherche à Optimad Engineering, Turin, Italie.
- Oct 2013 - Jan 2015 : Postdoctorat de Francky Luddens, Université de Bordeaux
"Calcul d'une fonction level-set préservant la courbure au cours du temps"

Financé par Inria

Co-encadrante (50%) avec M. Bergmann

1 article paru à Int. J. Numer. Meth. Fluids

Actuellement Maître de Conférences, INSA Rouen.

- 2009 - 2012 : Thèse de Yannick Gorsse, Université de Bordeaux
"Approximation numérique sur maillage cartésien de lois de conservation : écoulements compressibles et élasticité non linéaire"
Financée par le projet ANR Carpeinter
Co-encadrante (50%) avec A. Iollo
2 articles parus à J. Comput. Phys, (dont un dont je ne suis pas co-auteur)
Actuellement ingénieur de recherche au CEA, Saclay.

Encadrement de stages

- Février - Août 2024 : Sylvain Fourcade (M2)
- Octobre - Décembre 2023 : Mohamed Ahmane (M1)
- Juin 2023 : Mehdi Yahaoui (L2)
- Avril - Septembre 2022 : Emma Lagracie (M2)
- Janvier - Septembre 2021 : Elisa Robin-Frandsen (M2)
- Mai - Juin 2021 : Félix Dusart (L3)
- Mai - Juin 2020 : Seung Choi (2A prépa intégrée des INP)
- Mars - Septembre 2020 : Niami Nasr (M2)
- Mai - Juin 2019 : Rosalie Cousin (L2)
- Sept - Déc 2018 : Valentin Pannetier (L3)
- Juin - Sept 2017 : Marc Sanjivy (M1) et Julie Pinède (L2)
- Juin - Juillet 2016 : Pierre-Jakez Lebreton (M1) et Jean-Christophe Ricklin (L2)
- Avril - Juillet 2014 : Thi Yen Ngoc Nguyen (M2) et de Vo Duy Trung (M2)
- Juin - Juillet 2014 : Claire Boned (M1)
- Mars - Juillet 2013 : Salahdine Valily (M2)
- Février - Juin 2009 : Yannick Gorsse (M2)