

Rapport d'activité

Nom patronymique : BENDAHMANE **Prénom :** Mostafa
NUMEN : 04S1100713MPY

Synthèse de la carrière :

Grade	Maître de conférences Habilité, 8e échelon
Etablissement	Université de Bordeaux Institut de Mathématiques de Bordeaux 351, cours de la Libération, 33405 TALENCE Tél : 06.37.64.62.07
Email	mostafa.bendahmane@u-bordeaux.fr
Section C.N.U.	26
Adresse personnelle	16 Lieu dit Barreyre, 33720, Cérons
Informations personnelles	Né le 16 mars 1971 à Casablanca (Maroc). Marié, 2 enfants.

Fonctions

01.09.2011 : Maître de conférences à l'Université de Bordeaux.
2010–2011 : Ingénieur de recherche à l'Université Victor Segalen Bordeaux 2.
2009–2010 : Professeur (contractuel) à l'Université Victor Segalen Bordeaux 2.
2008–2009 : Professeur associé à l'Université Al-Imam, Arabie Saoudite.
2006–2008 : Maître de conférences à l'Université de Concepcion, Chili.
2003–2006 : Séjour post-doctoral à l'Université d'Oslo, Norvège.
2001–2003 : ATER à l'Université de Bordeaux I et à l'Université de Franche-Comté.

Diplômes universitaires

2008 :
Habilitation à diriger des recherches, à l'université de Picardie Jules Verne.
Sujet : *Analyse et simulations de problèmes intervenant en mécanique des fluides, en médecine et en dynamique de populations*. Soutenue le 09 octobre 2008.

1999–2001 :
Doctorat de l'université Bordeaux 1 en mathématiques appliquées. Sujet : *Solutions L^1 pour des systèmes de réaction-advection-diffusion intervenant en dynamique des populations*. Soutenue le 13 décembre 2001. Directeurs de thèse : Pr Michel Langlais et Pr Mazen Saad.

1989–1990 :
DEA Mathématiques Appliquées et Calcul Scientifique (Université Bordeaux 1).
Sujet : *Comparaison entre les solutions entropiques et renormalisées des problèmes paraboliques 'a données L^1* .

Prix et distinctions

Attribution de la PES pour la période de Septembre 2012 à Août 2016 (la note globale **A** a été attribuée par les instances nationales). J'ai bénéficié de la prime PEDR pour la période de Septembre 2017 à Août 2021.

Activités scientifiques

Présentation des thématiques de recherche

Mes thématiques de recherche s'articulent autour de cinq grands axes :

- Techniques de résolution des équations aux dérivées partielles semi-linéaires à données L^1 ou mesures (Références [4,5,6,7,8,9,12,13,18,27,39,42,82]).
- Equations hyperboliques, paraboliques dégénérées, formulations entropiques, renormalisées (Références [7,10,11,15,16,21,28]).
- Analyse mathématique des équations aux dérivées partielles stochastiques, des problèmes inverses et de contrôles.
- Construction et analyse de convergence des schémas numériques : élément fini, volume fini et la méthode d'élément virtuel (Références [17,20,21,22,23,24,25,26,30,31,32,36,40] et [41,44,45,47,84,83,68,50,51]).
- Application au modèle électrophysiologie du coeur, en dynamique des populations et en milieu poreux.

Analyse et modélisation de l'activité électrique du coeur (Références [11,20,24 25,32,44, 47,84,68,49]) :

Le coeur est un moteur musculaire commandé par des impulsions électriques dont la mission est de pomper une fraction du volume sanguin dans le circuit vasculaire à chaque excitation électrique reçue. L'origine de ces impulsions électriques est le noeud sinusal, "pacemaker naturel", qui est un ensemble de cellules auto-excitables et synchronisées d'où part un courant de dépolarisation à destination de toutes les cellules musculaires cardiaques. L'onde électrique dans le coeur est gouvernée par un système d'équations de réaction-diffusion appelé modèle bidomaine ce système est couplé à une EDO représentant l'activité cellulaire.

Les modèles mathématiques du coeur ont de nombreuses applications intéressantes en cardiologie : il sera possible d'optimiser l'ablation par radio-fréquence (ablation par RF) pour la fibrillation auriculaire et prédire l'effet de nouveaux produits pharmaceutiques pour le traitement des arythmies. En outre, avec l'aide des modèles mécaniques, il sera possible d'optimiser les coupes chirurgicales à coeur ouvert pour le traitement des anévrismes et pour la reconstruction chirurgicale des ventricules, évaluer les conséquences élasto-mécaniques d'un infarctus. Mon projet de recherche en électrocardiologie vise le développement, l'analyse et la mise en oeuvre informatique des modèles mathématiques de l'activité électrique du coeur. L'objectif est de décrire et de simuler la structure anatomique et la réponse physiologique du coeur dans les états normaux ou défectueux.

Analyse Mathématique et numérique des systèmes bidomains et monodomains :

Durant mon séjour postdoctoral à l'Université d'Oslo (en Norvège), je me suis intéressé aux modèles bidomaine et monodomaine. Nous avons prouvé avec K. Karlsen des résultats d'existence et d'unicité de solutions globales pour des systèmes nonlinéaires généralisant les modèles bidomaine et monodomaine. Notre résultat a été très important et a inspiré d'autres résultats sur l'existence des solutions (voir les travaux de Boulakia et al 2008, Bourgault et al 2009). La période de mon poste de Maître de Conférences (à l'Université de Concepcion au Chili et à l'Université Al-Imam en Arabie Saoudite) a été plus productive concernant mes activités de recherche en électrocardiologie. Elle est marquée par l'encadrement de R. Ruiz (actuellement professeur associé à l'université de Monash en Australie), mais également par le développement de plusieurs collaborations internationales : 4 projets de recherche (2007-2011) dont un projet INRIA-CONICYT. De cette période, nous avons prouvé des résultats de stabilité et de convergence pour une méthode de volumes finis classique et aussi pour les nouvelles méthodes de type DDFV (Discrete Duality Finite Volume) en 3D. Des simulations numériques ont ainsi été obtenues pour valider les résultats théoriques.

Concernant le développement de codes de calcul, nous avons programmé avec R. Ruiz les modèles bidomaine et monodomaine en Fortran 90 en 2D. Actuellement, nous développons un code en 3D en utilisant LifeV (la librairie des éléments finis pour la simulation en 3D du système cardio-vasculaire) pour la résolution du modèle bidomaine en ajoutant les déformations et les contraintes du muscle cardiaque d'un patient. Durant la thèse de A. Lopez (actuellement post-doc à Universiteit Utrecht en Hollande) nous avons obtenu des résultats numériques en 3D pour les problèmes inverses en cardiologie en utilisant des maillages du coeur et du thorax obtenus à partir de segmentations d'images médicales par l'équipe de Michel Haissaguerre (chef de service de cardiologie-électrophysiologie et de stimulation cardiaque du CHU de Bordeaux).

Les arythmies cardiaques : problèmes directs et inverses

Les maladies cardiovasculaires constituent la deuxième cause de mortalité après le cancer. La fonction mécanique cardiaque dépend de l'activation électrique des cellules cardiaques. L'insuffisance cardiaque atteint environ 5,7 millions de personnes aux Etats-Unis et il en résulte environ 300.000 décès chaque année. Une partie importante des cas d'insuffisance cardiaque est aggravée par des dysfonctionnements électriques comme la fibrillation auriculaire ou ventriculaire. Les autres mortalités cardiaques surviennent brutalement, en raison de "mort subite" largement causée par une arythmie mortelle instantanée appelée fibrillation ventriculaire (tornade électrique).

La fibrillation auriculaire (FA) est l'arythmie cardiaque la plus fréquente et concerne les deux cavités supérieures (oreillettes) du coeur survenant dans 1 à 2% de la population générale. La fibrillation auriculaire paroxystique est une condition dans laquelle un rythme cardiaque irrégulier a lieu périodiquement et elle est causée par des cellules locales situées dans les veines pulmonaires. Cette découverte du professeur Haissaguerre conduit à l'élaboration d'un nouveau traitement basé sur l'exclusion de ces sources veineuses par thérapie thermo-ablative. Le problème inverse de l'électrocardiographie consiste à estimer un ensemble de paramètres qui décrivent l'activité électrique du coeur à partir du champ de potentiel, généré par ces sources, qu'on enregistre à la surface du thorax. Trois types de données sont nécessaires pour résoudre le

problème inverse de l'électrocardiographie : les mesures instantanées du champ de potentiel à la surface du thorax (cartes thoraciques), la géométrie du thorax (incluant les organes internes) et la conductivité des tissus biologiques. Des techniques sont disponibles pour obtenir les deux premiers types de données. Par exemple, des systèmes spéciaux d'acquisition de données permettent d'enregistrer des électrocardiogrammes en des centaines de points sur le thorax, tandis que la géométrie du thorax peut être obtenue par des techniques d'imagerie comme la résonance magnétique (IRM). Par contre, il n'existe pas de technique courante pour mesurer la conductivité des tissus *in vivo*. Nous avons donc été obligés d'utiliser les valeurs de la conductivité qu'on trouve dans la littérature médicale. Ces données représentent généralement des valeurs moyennes de mesures effectuées sur des tissus prélevés de cadavres. Les résultats d'études récentes suggèrent que ces valeurs moyennes ne sont pas très représentatives de la conductivité qui serait mesurée pour des tissus vivants.

Le problème inverse de l'électrocardiographie a été largement étudié au cours des dernières années. Comme le problème inverse est mal posé, il nous faut un processus de régularisation. Les méthodes de régularisation couramment utilisées en ECG inverse comme la régularisation de Tikhonov sont basées sur les moindres carrés linéaires. Le premier défi consiste à améliorer ce système en utilisant la non-homogénéité de la conductivité des tissus biologiques (poumons, graisse,...). Une autre approche (le travail de thèse de Alejandro Lopez) consiste à étudier le problème inverse en utilisant les modèles monodomaine et bidomaine dans le coeur. Ceci a amélioré la qualité de notre problème en transformant le problème mal-posé en un problème de contrôle optimal qui donne de meilleurs résultats (voir les travaux avec B.E. Ainseba, N. Chamakuri et E. Comte).

L'activité électro-mécanique dans le coeur

Dans le coeur, les ondes électriques se propagent à travers le tissu cardiaque en initiant la contraction cardiaque. A son tour, la déformation mécanique affecte les ondes électriques du coeur. Pour cette raison, notre collaboration avec R. Ruiz est dans le domaine de la modélisation de l'activité électrique du coeur à l'aide des modèles couplés de bidomaine (ou monodomaine) et la mécanique cardiaque. Nous proposons de résoudre mathématiquement (existence des solutions globales, ...) et numériquement (convergence des schémas de type volumes finis, éléments finis ...) un système de réaction-diffusion en prenant en compte le couplage entre la mécanique cardiaque et le potentiel électrique. Nous continuons aussi de développer un modèle d'écoulement de fluide visqueux (vaisseaux sanguins) accompagné d'une activité électrique et mécanique des parois du coeur. Un bon modèle mathématique pour le système cardiovasculaire pourrait être utilisé dans des domaines tels que la détection précoce ou la prévision de défaillance du muscle cardiaque, la conception avancée de nouveaux traitements et des procédures opératoires, et la compréhension de l'athérosclérose et les problèmes associés.

Méthodes de volumes finis pour des systèmes de réaction-diffusion (Références [20,23,24, 25,26,30,31,32,40,41,44,45,83,50,51]) :

Après ma thèse, nous nous sommes intéressés à la construction et à la convergence des schémas numériques de type volumes finis pour des systèmes de réaction-diffusion et des problèmes paraboliques dégénérés.

Nous avons étudié les schémas volumes finis de type DDFV (Discrete Duality Finite Volume) en 3D. Ces schémas volumes finis ont été initialement introduits pour approcher l'équation de Laplace sur des maillages 2D très généraux ne vérifiant pas en particulier la condition d'admissibilité classique des maillages volumes finis. Ils consistent à approcher l'équation simultanément sur un maillage primal et sur son maillage dual, le gradient de la solution étant approché de façon constante par morceaux sur des cellules dites diamants.

Nous avons développé les méthodes DDFV avec succès : pour des problèmes en électrocardiologie à diffusion anisotropique (maillages non-structurés obtenus à partir de segmentations d'images médicales), pour des systèmes de réaction-diffusion, pour les équations paraboliques dégénérées non-linéaires de type Leray-Lions. Il faut noter que cette approche double essentiellement le nombre d'inconnues mais, a des avantages multiples, les plus significatifs étant : le peu de contraintes imposées sur les maillages et la conservation de la structure du problème continu, notamment la symétrie, qui permet une adaptation efficace aux problèmes anisotropiques et non-linéaires.

En électrocardiologie, nous avons prouvé la convergence des schémas de volumes finis 3D de type DDFV. Des simulations numériques ont été obtenues pour valider les résultats théoriques. De plus, nous avons analysé d'autres variantes de cette méthode DDFV en 3D avec leur convergence pour des problèmes à diffusion linéaire anisotropique et aussi pour des opérateurs de diffusion dégénérés nonlinéaires. Nous avons démontré des résultats de stabilité et de convergence avec des estimations d'erreur sur les maillages.

Systèmes de réaction-diffusion liés à la dynamique des populations et à la médecine (Références [2,3,4,5,6,9,12,16,17,19,21,22,26,29,31,35,36,41,43]) :

Systèmes de réaction-diffusion classique

Durant ma thèse, une de mes activités principales s'est située dans l'analyse mathématique des problèmes de dynamique des populations et de la propagation spatiale d'épidémies. La première question étudiée était l'existence globale des solutions. Après la thèse, d'autres questions sont apparues. Ainsi, nous avons obtenu la formation des patterns pour des modèles d'immunité temporaire dans le cas d'incidence nonlinéaire. En collaboration avec M. Sepulveda de l'Université de Concepcion, Chili, nous avons étudié un système épidémiologique avec diffusion non-locale. Nous nous sommes intéressés plus particulièrement dans un premier temps à la convergence d'un schéma numérique (volume fini) de ce modèle et dans un deuxième temps, aux conditions des formations des patterns pour ce type de système. Un autre travail sur la formation de patterns pour des systèmes de réaction-diffusion dégénérés est fait en collaboration avec Raimund Burger.

Systèmes de réaction-diffusion avec diffusion croisée

Cette partie a été développée avec B. Perthame avec le projet INRIA-CONICYT. Nous considérons un système de type parabolique avec diffusion croisée et sans terme de réaction mais dont la matrice de diffusion peut être négative avec toutefois des termes diagonaux positifs. Notre but est d'étudier la formation de zones de sélection (patches). Nous démontrons l'existence pour des données petites et des estimations globales dans des espaces de Lebesgue

en espace-temps pour une très grande classe de matrices de diffusion, ce qui montre que l'explosion doit se produire sur le gradient de la solution. Cette question peut-être abordée en introduisant un système de relaxation avec des solutions globales pour lequel nous prouvons également des bornes uniformes. Nos démonstrations utilisent un argument de dualité introduit par M. Pierre que nous généralisons pour traiter des diffusions dégénérées et à fortes croissances. Nous analysons également la stabilité linéaire du système de relaxation et nous montrons qu'un mécanisme de Turing peut apparaître. Ceci permet de calculer les paramètres et la taille des données conduisant à un régime instable. Des simulations numériques valident ces résultats théoriques et montrent que la solution forme des zones où une espèce domine avec des gradients importants mais les solutions restent bornées.

Système de chimiotactisme

Le système de chimiotactisme décrit le mouvement collectif de cellules (bactéries ou amibes) attirées par une force induite par une substance chimique, le chémo-attracteur, qu'elles émettent elles-même. Un exemple important de chimiotactisme apparaît dans le développement de tumeurs cancéreuses. Je me suis intéressé au modèle de chimiotactisme durant mon séjour de post-doctoral à l'Université d'Oslo en Norvège avec Kenneth H. Karlsen et aussi durant mon poste de maître de conférence à l'Université de Concepcion au Chili avec Raimund Burger. L'existence globale et la régularité des solutions ont été les premières questions à traiter. Ensuite, des résultats numériques (la convergence d'un schéma numérique de type volumes finis) ont été obtenus pour valider les résultats théoriques dans différents travaux.

Equations paraboliques fortement dégénérées (Références [7,10,15,28,46]) :

Les équations paraboliques dégénérées sont omniprésentes en mécanique des fluides, en dynamique des populations Dans cette partie, nous considérons l'équation parabolique anisotrope quasi-linéaire dégénérée dans $(0, T) \times \mathbb{R}^d$:

$$\partial_t u + \operatorname{div} f(u) = \nabla \cdot (a(u) \nabla u) + F, \quad u(0, x) = u_0(x). \quad (0.1)$$

Ici,

$$u_0 \in L^1(\mathbb{R}^d) \text{ et } F \in L^1((0, T) \times \mathbb{R}^d). \quad (0.2)$$

La fonction de diffusion $a(u) = (a_{i,j}(u))$ est une matrice $(d \times d)$ symétrique de la forme

$$a_{ij}(u) = \sum_{k=1}^K \sigma_{ik}(u) \sigma_{jk}(u), \quad a(u) = \sigma(u) \sigma(u)^\top \geq 0, \quad \sigma \in (L_{\text{loc}}^\infty(\mathbb{R}))^{d \times K}, \quad (0.3)$$

pour $i, j = 1, \dots, d$ et $K = 1, \dots, d$. Finalement, le flux $f(u)$ satisfait

$$f(u) = (f_1(u), \dots, f_d(u)) \in (\operatorname{Lip}_{\text{loc}}(\mathbb{R}))^d. \quad (0.4)$$

Dans le cas où a est isotrope et les données (u_0, F) sont dans L^∞ , le résultat essentiel d'existence et d'unicité est dû à José Carrillo (Arch. Rational Mech. Anal. en 1999) qui résoud

le problème d'unicité en introduisant la notion de "solution entropique" de type Kruzkov. Pour le problème (0.1) (cas anisotropique), cette notion n'est pas suffisante pour avoir l'existence et l'unicité de la solution entropique.

Cas u_0 et F sont bornés. Dans un premier temps, avec K. H. Karlsen ([6]), nous établissons l'existence d'une solution entropique (i.e. vérifiant une formulation entropique adaptée à notre problème ainsi, se généralise la formulation donnée par Carrillo pour des problèmes paraboliques dégénérés anisotropiques) en considérant une méthode de viscosité artificielle. Par la suite, nous établissons un résultat d'unicité et de stabilité en utilisant la technique de dédoublement des variables au sens de Kruzkov.

Cas u_0 et F sont intégrables. Lorsque les données sont dans L^1 , la notion de solutions entropiques n'a pas de sens car, la solution u est seulement dans L^1 . De plus, nous avons uniquement

$$\sqrt{a(u)}\nabla u \in L^q, \quad q < 2,$$

tandis que la norme L^2 est essentielle dans la preuve de l'unicité, d'où l'idée de renormaliser notre solution. En collaboration avec K. H. Karlsen, nous introduisons une nouvelle notion de solutions pour les problèmes paraboliques dégénérés, il s'agit de la notion des solutions entropiques renormalisées. L'existence et l'unicité de ces solutions sont proposées dans [6].

Dans [9], nous étudions le problème anisotropique suivant

$$\begin{cases} \partial_t u + \sum_{i=1}^d \partial_{x_i} f_i(u) = \sum_{i=1}^d \partial_{x_i} \left(|\partial_{x_i} A_i(u)|^{p_i-2} \partial_{x_i} A_i(u) \right) & \text{dans } (0, T) \times \Omega, \\ u|_{t=0} = u_0 & \text{dans } \Omega \text{ et } u = 0 \text{ sur } (0, T) \times \partial\Omega, \end{cases} \quad (0.5)$$

où $p_i > 1$ pour $i = 1, \dots, d$. Ici,

$$A_i \in \text{Lip}_{loc}(\mathbb{R}), A_i(\cdot) \text{ est non-décroissante avec } A_i(0) = 0, i = 1, \dots, d,$$

le flux $f = (f_1, \dots, f_d) : \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}^d$ satisfait

$$f(u) \in \text{Lip}_{loc}(\mathbb{R}^d; \mathbb{R}^d) \text{ et } f(0) = 0.$$

Le cas isotropique du problème (0.5) s'écrit :

$$\begin{cases} \partial_t u + \text{div} f(u) = \text{div} \left(|\nabla A(u)|^{p-2} \nabla A(u) \right), & \text{dans } (0, T) \times \Omega, \\ u|_{t=0} = u_0 & \text{dans } \Omega \text{ et } u = 0 \text{ sur } (0, T) \times \partial\Omega, \end{cases} \quad (0.6)$$

où $p > 1$. Ici, $A(\cdot)$ est une fonction non-décroissante Lipschitzienne avec $A(0) = 0$. Nous observons quand $p_i = p \neq 2$ et $A_i \equiv A$ pour tout i , le problème anisotropique (0.5) ne coïncide pas avec (0.6) (seulement dans le cas $p = 2$).

L'approche de Carrillo est correcte quand l'opérateur différentiel du second degré est isotropique. Cependant, elle n'est pas applicable à un problème anisotropique comme (0.5).

Avec K. Karlsen, nous établissons l'existence d'une solution entropique adaptée à notre problème en considérant une méthode de viscosité artificielle. Par la suite, nous établissons un résultat d'unicité au sens de Kruzkov. Ceci a donné lieu à un article [10].

Avec B. Andreianov (de l'Université de Franche-comté) et K. H. Karlsen ([30]), nous avons étudié un schéma numérique de type volume fini pour le problème dégénéré (0.6) et nous avons prouvé sa convergence à la solution faible qui satisfait une certaine condition d'entropie.

Actuellement, j'étudie l'existence et l'unicité des solutions entropiques du problème (0.5) avec la dépendance en (t, x) sur les termes de diffusion et de flux. L'unicité de la solution sera établie au sens de Kruzkov. Je projette également d'établir la dépendance continue pour des perturbations des fonctions de diffusion et de continuer l'étude des équations de convection-diffusion avec des coefficients discontinus. Avec P. Wittbold (de l'Université de Berlin, Allemagne), nous étudions actuellement des équations paraboliques dégénérées générales de type Leray-Lions. J'ai aussi l'intention d'étudier l'existence et l'unicité des solutions cinétiques pour ce genre de problèmes.

Equations elliptiques et paraboliques avec des exposants variables et des données L^1 (Références [18,33,34,39])

Avec P. Wittbold (de l'Université de Berlin), nous avons étudié un problème elliptique avec des exposants variables et à données L^1 . Ce problème s'écrit :

$$\begin{cases} -\operatorname{div}(|\nabla u|^{p(x)-2} \nabla u) = f & \text{dans } \Omega, \\ u = 0 & \text{sur } \partial\Omega. \end{cases} \quad (0.7)$$

Ici $f \in L^1(\Omega)$ et $p : \overline{\Omega} \rightarrow (1, +\infty)$ une fonction continue. L'équation (0.7) peut être considérée comme une généralisation d'une équation elliptique contenant l'opérateur du p -Laplacien

$$\begin{cases} -\operatorname{div}(|\nabla u|^{p-2} \nabla u) = f & \text{dans } \Omega, \\ u = 0 & \text{sur } \partial\Omega, \end{cases} \quad (0.8)$$

où $p \in (1, +\infty)$ une constante. Notez que notre système (0.7) est plus compliqué à étudier (car non homogène) que le p -Laplacien (0.8). L'une de nos motivations concernant l'étude du système (0.7) provient des applications pour les fluides électro-rhéologiques comme une classe importante des fluides non-Newtonian.

En collaboration avec P. Wittbold, nous introduisons une notion de formulation renormalisée adaptée pour le problème (0.7) et pour laquelle nous avons l'existence et l'unicité d'une solution. La solution renormalisée est trouvée dans les espaces de Sobolev $W_0^{1,q(\cdot)}(\Omega)$ pour toute fonction $q(\cdot)$ définie dans $\overline{\Omega}$ et qui satisfait

$$1 \leq q(x) < \frac{N(p(x)-1)}{N-1} \text{ pour tout } x \in \overline{\Omega}.$$

Ceci lorsque $2 - \frac{1}{N} < p(x) < N$ pour $x \in \overline{\Omega}$ afin que les espaces soient bien définis. Notre méthode de preuve de l'existence des solutions renormalisées peut être étendue aux opérateurs de type Lerray-Lions $\operatorname{div}a(x, \nabla u)$, où le vecteur $a : \Omega \times \mathbb{R}^N \rightarrow \mathbb{R}^N$ satisfait les conditions suivantes :

$$\begin{aligned} a(x, \xi) \cdot \xi &\geq \lambda |\xi|^{p(x)} \\ (a(x, \xi_1) - a(x, \xi_2)) \cdot (\xi_1 - \xi_2) &\geq 0 \\ |a(x, \xi)| &\leq c(x) + d |\xi|^{p(x)-1}. \end{aligned}$$

Ici, $x \in \Omega$, $\xi, \xi_1, \xi_2 \in \mathbb{R}^N$, $c \in L^{p(x)/(p(x)-1)}(\Omega)$, $\lambda > 0$ et $d \in \mathbb{R}$.

Nous rappelons que le travail en collaboration avec Wittbold et Zimmerman a été consacré à l'existence et l'unicité des solutions renormalisées pour l'équation parabolique suivante :

$$\begin{cases} \partial_t u - \operatorname{div}(|\nabla u|^{p(x)-2} \nabla u) = f & \text{dans } (0, T) \times \Omega, \\ u = 0 & \text{sur } (0, T) \times \partial\Omega \text{ et } u(0, \cdot) = u_0 \text{ dans } \Omega, \end{cases} \quad (0.9)$$

où $f \in L^1((0, T) \times \Omega)$ et $u_0 \in L^1(\Omega)$. Ceci a donné lieu à un article.

Encadrement et animation de la recherche

- **Organisation colloques, conférences**

- Co-organisation du workshop international et membre du comité scientifique "*Modélisation et calcul numérique pour la biomathématique*" du 8–10 Juillet 2019 à l'EST d'Essaouira, université Cadi Ayyad, Maroc.
- Co-organisation et membre du comité scientifique du Workshop sur les EDP, Complex Systems and applications du 12–13 Décembre 2017 à l'EST d'Essaouira, université Cadi Ayyad, Maroc.
- Membre du comité scientifique du 5 ème Ecole de printemps EDP Non-linéaire Mathématiques et Interactions : modèles non-locaux et applications, du 27–30 Avril 2015 à l'EST d'Essaouira, université Cadi Ayyad, Maroc.
- Membre du comité scientifique du Workshop International sur les Mathématiques et l'environnement, du 23–24 Novembre 2012 à l'EST d'Essaouira, université Cadi Ayyad, Maroc.

- **Direction des thèses (détail ci-après)**

- 5 thèses soutenues.
- 1 thèse en cours.

- **Réseaux de recherche**

- Depuis Septembre 2015, je suis membre de l'équipe CARMEN à l'INRIA Bordeaux Sud-Ouest
- De 2021-2024 : Porteur principal du projet ECOS-Sud. Equipe scientifique M. Saad (Ecole centrale de Nantes), N. Igbida (université de Limoges), Y. Coudière, V. Anaya (Universidad de Bio-Bio, Chili) et D. Mora (Universidad de Bio-Bio, Chili).
- De 2017-2020 : Chercheur associé au projet EPICARD sur la modélisation en électrocardiologie et ses problèmes inverses. Equipe scientifique : Nejib Zemzemi (INRIA Bordeaux Sud-Ouest) et Moncef MAHJOUB (Université de Tunis El Manar).
- De 2018-2020 : Membre de l'équipe scientifique du projet PHC TOUBKAL. Modèles Mathématiques pour des Dunes et des Lacs. Equipe scientifique : Nouredine Igbida (université de Limoges), Fahd Karami et Driss Meskine (EST Essaouira, université Cadi Ayyad).
- De 2019-2021 : Membre de l'équipe scientifique du projet brésilien FAPESP. Modélisation mathématique et numérique des systèmes de réaction-diffusion modélisant la propagation de la dengue. Equipe scientifique : Fernando Luiz Pio dos Santos (Instituto de Biociências (IBB). Universidade Estadual Paulista. Botucatu , SP, Brasil).
- De 2012, 2015 et 2016 : j'ai bénéficié du projet Marocain FINCOME sur la modélisation mathématique en biologie et en biomédecine.
- De 2007-2009 : porteur du projet Fondecyt 1070682. Doubly degenerate parabolic equations : theory, numerics and applications.
- De 2008-2009 : porteur du projet INRIA-CONICYT. Analysis and scientific computing for degenerate parabolic equations and reaction-diffusion systems. Equipe scientifique en France : Benoit Perthame (université Pierre et Marie Curie).

- **Expertise**

- Expert des projets Conicyt au Chili (2015 et 2019).
- Membre du comité scientifique des workshop internationaux en 2022 à l’université américaine de Beirut au Liban et en 2017, 2019, 2023 à l’EST d’Essaouira, université Cadi Ayyad.

- **Invitation dans des universités étrangères**

J’ai été invité à effectuer plusieurs séjours de recherche dans des universités étrangères :

- Visite scientifique (du 26 au 30 Novembre 2019) à l’université américaine de beyrouth pour travailler avec Fatima Mroué et donner un exposé en l’honneur du Prof. Michael Aityah.
 - Visite scientifique à l’EST d’Essaouira dans le cadre du projet PHC TOUBKAL. Des visites ont été effectuées en mois d’Avril, 2018 et 2019.
 - Visite scientifique à l’école Nationale des Sciences Appliquées de Marrakech et l’EST d’Essaouira dans le cadre du projet FINCOME. Cette visite a été effectuée en Avril, 2017.
 - Visite scientifique à l’Université d’Oslo en Norvège pour travailler avec K.H. Karlsen sur les problèmes en EDP stochastiques intervenant en médecine, Biologie et milieu poreux. Cette visite a été effectuée au mois d’Octobre 2016.
 - Visite de l’Université de Concepcion (donner un cours de doctorat en électro-cardiologie inverse), Concepcion, Chili, en mois de Janvier 2016 dans le cadre du projet chilien Fondecyt.
 - Visite de l’Instituto de Biociencias de Botucatu à l’Université de Sao-paulo au Brésil (donner un cours de doctorat sur le problème inverse), en Juillet 2015.
 - Visite scientifique à RICAM Johann Radon Institute en Autriche pour travailler avec N. Chamakuri et K. Kunisch en Février 2015.
 - Visite de l’Ecole nationale des sciences appliquées d’Essaouira (ENSA d’Essaouira), Maroc, en Avril 2014 dans le cadre du projet marocain FINCOME.
 - Visite scientifique à l’Université de Concepcion, Concepcion, Chili, en Janvier 2014 dans le cadre du projet chilien Fondecyt.
 - Visite scientifique à l’Université de Concepcion, Concepcion, Chili, en Janvier 2012 dans le cadre du projet chilien Fondecyt.
 - Visite de l’Ecole nationale des sciences appliquées d’Essaouira (ENSA d’Essaouira), Maroc, Octobre 2012 dans le cadre du projet marocain FINCOME.
- Visite scientifique à BCAM en Espagne pour travailler avec E. Zuazua sur les problèmes de contrôle en électrocardiologie. Cette visite a été effectuée en Septembre 2016.

- **Jury de thèse**

- – Rapporteur et membre du jury de la thèse de Houda Fahim. *Titre : Contribution to the mathematical and numerical study of certain problems of biological membrane, magnetorheological fluid and image processing.* Soutenue le 20 Février 2021 à l’université Cadi Ayyad, Marrakech, Maroc.
- – Rapporteur et membre du jury de la thèse de Anass Bouchriti. *Titre : Novel finding on the numerical analysis of Gradient Flows.* Soutenue le 18 Décembre 2020 à l’université Cadi Ayyad, Marrakech, Maroc.
- – Rapporteur et membre du jury de la thèse de Yassine Abidi. *Titre : Theoretical*

and Numerical Studies of Parameter Estimation Problem in Cardiac Electrophysiology. Soutenue le 29 juin 2020 à l'université de Tunis El Manar, Tunisie.

– Membre du jury de la thèse de Youssef Ahmida *Titre : Sur quelques résultats d'analyse fonctionnelle dans les espaces de Musielak et applications aux EDP.* Soutenue le 24 juillet 2019 à l'université de Fès, Maroc.

– Rapporteur et membre du jury de la thèse de Mohamed Zagour. *Titre : Modélisation et analyse mathématique des systèmes complexes : Approche cinétique et macroscopique et applications en biologie et en trafic véhiculaire.* Soutenue le 23 Avril 2019 à l'EST d'Essaouira, université Cadi Ayyad, Maroc.

– Rapporteur de la thèse de Youssef Ouakrim *Titre : Contribution à l'analyse et l'approximation de quelques problèmes inverses.* Soutenue le 17 Juillet 2018 à l'université Cadi Ayyad, Maroc.

– Rapporteur et membre du jury de la thèse de Lamia Ziad. *Titre : Some algorithms for image restoration based on variable exponent.* Soutenue le 06 janvier 2018 à l'EST d'Essaouira, université Cadi Ayyad, Maroc.

– Rapporteur de la thèse de Jared Ouma Okiro. *Titre : Analytical and Numerical Investigation of an Intracellular Calcium Dynamics Model.* Soutenue en Avril 2017 à l'université Otto-von-Guericke, Magdeburg, Allemagne.

- Rapporteur de la thèse de Jamila Lassoued. *Titre : Quelques approches mathématiques en électrophysiologie cardiaque : Problèmes inverses et méthode d'ordre réduit.* Soutenue le 20 Juillet 2016 à l'université Tunis El Manar, Tunis.

- Membre du jury de la thèse de HE Yuan. *Titre : Analyse et contrôle de modèles de dynamique de populations.* Soutenue le 22 novembre 2013 à l'université de Bordeaux.

- Membre du jury de la thèse de Georges Chamoun. *Titre : Etude mathématique et numérique de modèles en chimiotaxie-fuite et applications à la biologie.* Soutenue le 23 Juin 2014 à l'Ecole Centrale de Nantes.

- **Rapporteur pour des revues scientifiques**

Je rapporte en moyenne entre 5 et 7 papiers par an pour les journaux de tout premier plan :

- Journal of Differential Equations
- Mathematics of Computation
- Discrete and Continuous Dynamical Systems - Series B
- Nonlinear Analysis, Theory, Methods, Applications
- Nonlinear Analysis, Real World Applications
- Mathematics and Computers in Simulation
- Journal of Mathematical Analysis and Applications
- Communications on Pure and Applied Analysis
- Computers and Mathematics with Applications
- Journal of Engineering Mathematics.
- Applied Mathematics and Computation
- Electronic Journal of Differential Equations
- Networks and heterogeneous media (NHM)

- **Accueil chercheurs**

- Fahd Karami (EST d’Essaouira, université Cadi Ayyad), invitation dans le cadre du projet PHC TOUBKAL (Décembre 2019).
- Veronica Anaya et David Mora (Profs. universidad de Biobio au Chili), invitation dans le cadre du projet Conicyt (juin 2017, 2018 et 2019).
- Ricardo Ruiz (Monash university, Australia), invitation scientifique pour développer des modèles mécaniques en électro-cardiologie (juin 2019).
- Fernando L.P. Santos (Institute of Biosciences of Botucatu, IBB/UNESP, Brazil), invitation scientifique pour développer des modèles de la dengue (juin 2016).
- El-mahdi Erraji (EST d’Essaouira, université Cadi Ayyad), invitation dans le cadre de l’encadrement de thèse (Avril 2017-2018 et Mai 2019).

Direction de thèses

Nombre de thèses soutenues : 5, nombre de thèses en cours : 1

• Liste des thèses

Narjess Benabid.

Sujet : *Intelligence artificielle appliquée aux modèles inverses en électrocardiologie*

Thèse en cours.

Directeurs de thèse : M. Bendahmane (50%) et M. BelMahjoub (50%, université du Tunis).

Fakhrieldine Bader.

Sujet : *Homogénéisation et convergence double échelle du modèle bidomaine en électrocardiologie*

Soutenance le 15 Novembre 2021.

Directeurs de thèse : M. Bendahmane (33%), M. Saad (33%, Ecole centrale de Nantes), R. Talhouk (33%, Université Libanaise).

Amel Karoui.

Sujet : *Nouvelles approches pour la résolution du problème inverse en électrocardiographie.*

Soutenance le 23 Mars 2021.

Directeurs de thèse : M. Bendahmane (50%) et N. Zemzemi (50%).

Elmahdi Erraji.

Sujet : *Modeling and optimal control of reaction diffusion systems intervening in population dynamics and medicine.*

Soutenance le 28 février 2020.

Directeurs de thèse : M. Bendahmane (50%) et F. Karami (50%).

Fatima Mroué.

Sujet : *Couplage Électromécanique du coeur : Modélisation, analyse mathématique et simulation numérique.*

Thèse de doctorat de l'Ecole Centrale de Nantes. Soutenance en Octobre 2019.

Directeurs de thèse : M. Bendahmane (33%), M. Saad (33%) (Ecole centrale de Nantes), R. Talhouk (33%) (Université Libanaise).

Alejandro Lopez.

Sujet : *The resolution of the inverse problem in electrocardiography.*

Thèse de doctorat de l'Université de Bordeaux. Soutenance en Décembre 2013.

Directeurs de thèse : M. Bendahmane (50%) et B.E. Ainseba (50%).

Eloise Comte.

Sujet : *La contrôlabilité des équations modélisant l'activité électrique du coeur.*

Rapport de master de l'Université de Bordeaux, 2014.

Directeurs de master : M. Bendahmane (50%) et B.E. Ainseba (50%).

Activités pédagogiques

1. Présentation de l'activité d'enseignement

Depuis que je suis recruté à l'Université de Bordeaux en tant que Maître de conférences, j'interviens souvent pour des cours de mathématiques générales, d'analyse, des équations aux dérivées partielles pour les licences L1 (Maths Générales, Analyse appliquée), L2 (Algèbre linéaire, Séries et intégrales multiples, Fonctions de plusieurs variables et optimisation) et L3 (Neurosciences computationnelles, Modélisation biomathématique). A l'étranger j'ai été souvent invité pour donner des cours spécialisés pour des doctorants au Chili, au Brésil et au Maroc sur des problèmes liés à la contrôlabilité, aux problèmes inverses en électrocardiographie.

Au niveau Licence, je suis responsable des cours : Algèbre linéaire proposé en deuxième année à l'université de Bordeaux (depuis 2014) et j'assure la responsabilité du cours de Séries et intégrales multiples (depuis 2018). Ces cours s'adressent à l'ensemble de la promotion et représentent une charge importante de gestion. J'assure en moyenne et par semaine 2 groupes de TD depuis (2011). J'assure également 2 groupes de TD des Fonctions de plusieurs variables et optimisation (depuis 2017). A ces enseignements viennent s'ajouter des enseignements en Neurosciences computationnelles pour les étudiants de L3 MIASHS (depuis 2017).

Au niveau Master, j'assure à l'université de Bordeaux un cours intitulé "Neurosciences computationnelles et applications à l'ingénierie", qui a pour objectif d'initier les élèves à la modélisation en neuroscience et à la résolution des ODE-EDP issues de modèles réels physiologiques et phénoménologiques. Ce module intègre également une partie de TD.

Au niveau doctoral, j'ai assuré des cours et des conférences destinés aux doctorants et aux enseignants chercheurs. Un premier cours a été effectué en 2012-2013 à l'ENSA de Safi, université Cadi Ayyad au Maroc, suivi par une participation à l'école de printemps à l'EST d'Essaouira la même année. En 2016, j'ai été invité à l'Instituto de Biociências de Botucatu à l'université de Sao-paulo au Brésil, pour donner un cours sur le problème inverse en électrocardiographie. J'ai été également invité en 2016 à l'Université de Concepcion au Chili (dans le cadre du projet chilien Fondecyt) pour passer un séjour de recherche de deux semaines et donner un cours doctoral : Introduction à la théorie de la contrôlabilité.

2. Enseignements par niveau

• Licence et Master

- Cours et TDs de Mathématiques générales, Algèbre et Analyse (Licence L1)". Nombre d'heures, 195h, 2011-2014.
- Cours et TD Modélisation bio-mathématique, 18h, 2011-2013.
- Cours et TD Algèbre linéaire (47h), depuis 2014.
- Cours et TD Séries et intégrales multiples (50h), Algèbre linéaire (47h) depuis 2015.
- Cours et TD de mise à niveau (12h) depuis 2015.
- Cours et TD Neurosciences computationnelles, 16h depuis 2015
- TD Fonctions de plusieurs variables et optimisation, 33h, depuis 2015.
- Cours et TD Neurosciences computationnelles et applications à l'ingénierie, 32h depuis 2011.

- **Doctoral**

- Cours doctorale à l'Université de Concepcion au Chili sur le thème du contrôle et problème inverse pour le modèle bidomaine en électrocardiologie. Janvier 2016 dans le cadre du projet chilien Fondecyt (16h).

- Visite pour donner un cours doctorale à l'Instituto de Biociencias de Botucatu (université de Sao-paulo au Brésil) au sujet du problème inverse en électrocardiographie (10h). Juillet 2015.

- Visite pour donner un cours doctorale à l'ENSA de Safi au sujet de l'Analyse et la modélisation de l'activité électrique du coeur humain (10h). Avril 2012.

- Cours doctoral à l'Université de Concepcion (Chili). "Introduction to Homogenization theory". Nombre d'heures (45h), Septembre 2007.

- **Encadrement de travaux de fin d'étude et de stages**

Eloise Comte.

Sujet : *La contrôlabilité des équations modélisant l'activité électrique du coeur.*

Rapport de master de l'Université de Bordeaux, Juillet 2014.

3. Responsabilités administratives

Depuis 2018, je suis responsable de la mobilité internationale des étudiants de MIASHS (Mathématiques et informatique appliquées aux sciences humaines et sociales) et des étudiants de Master.

Publications

Editeur

1. Editeur au journal "Moroccan journal of pure and applied analysis", depuis 2015.

Thèses

2. M. Bendahmane, *L^1 solutions for reaction-diffusion-advection systems in population dynamics*. Doctorat de mathématiques appliquées, Université Bordeaux I, France, Déc. 2001.
3. M. Bendahmane, *Analyse mathématique et numérique des problèmes intervenant en mécanique des fluides, en médecine et en dynamique des populations*. Habilitation de mathématiques appliquées, Université de Picardie Jules Verne, France, 2008.

Articles dans des revues avec comité de lecture

4. M. Bendahmane, M. Langlais, M. Saad, *Existence of solutions for reaction-diffusion systems with L^1 -data*. Advances in Differential Equations 7, no. 6, 743–768, 2002.
5. M. Bendahmane, M. Saad, *A Predator-Prey system with L^1 -data*. Journal of Mathematical Analysis and Applications 277, no.1, 271-292, 2003.
6. M. Bendahmane, M. Langlais, M. Saad, *On some anisotropic reaction-diffusion systems with L^1 -data data modelling the propagation of an epidemic disease*. Nonlinear Analysis, Theory, Methods and Applications, 54, no. 4, 617-636, 2003.
7. M. Bendahmane, K. H. Karlsen, *Renormalized entropy solutions for quasilinear anisotropic degenerate parabolic equations*. SIAM J. Math. Anal. 36, no. 2, 405–422, 2004 .
8. M. Bendahmane, K. H. Karlsen, *Nonlinear anisotropic elliptic and parabolic equations in R^N with advection and lower order terms and locally integrable data*. Potential Anal. 22, no. 3, 207–227, 2005.
9. M. Bendahmane, M. Saad, *Entropy solutions of anisotropic reaction-diffusion-advection systems with L^1 data*. Rev. Mat. Complut. 18, no. 1, 49–67, 2005.
10. M. Bendahmane, K. H. Karlsen, *Uniqueness of entropy solutions for doubly nonlinear anisotropic degenerate parabolic equations*. Contemporary Mathematics, Volume 371, Amer. Math. Soc., pp. 1-27, 2005.
11. M. Bendahmane, K. H. Karlsen, *Analysis of a class of degenerate reaction-diffusion systems and the bidomain model of cardiac tissue*. Networks and Heterogeneous Media, 1, no 1, 185–218, 2006.

12. M. Bendahmane, K. H. Karlsen, *Renormalized solutions of anisotropic reaction-diffusion-advection systems with L^1 -data modeling the propagation of an epidemic disease*. Communications on Pure and Applied Analysis, , 5(4) pp. 733-762, 2006.
13. M. Bendahmane, K. H. Karlsen, *Anisotropic nonlinear elliptic systems with measure data and anisotropic harmonic maps into spheres*. Electronic Journal of Differential Equations, , 46, 1-30, 2006.
14. M. Bendahmane, G. M. Coclite and K. H. Karlsen, *H^1 -Perturbations of smooth solutions for a weakly dissipative hyperelastic-rod wave equation*. Mediterranean Journal of Mathematics, 3, pp. 419-432, 2006.
15. M. Bendahmane and K. H. Karlsen, *Anisotropic doubly nonlinear degenerate parabolic equations*. Numerical mathematics and advanced applications, 381–386, 2006.
16. M. Bendahmane, K. H. Karlsen and J. M. Urbano, *On a two-sidedly degenerate chemotaxis model with volume-filling effect*. Math. Models Methods Appl. Sci., 17(5) :783-804, 2007.
17. B.E. Ainseba, M. Bendahmane, A. Noussair, *A reaction-diffusion system modelling predator-prey with prey-taxis*. Nonlinear Analysis : R.W.A., 6(5), 2086-2105, 2008.
18. M. Bendahmane and P. Wittbold, *Renormalized solutions for nonlinear elliptic equation with variable exponents and L^1 -data*. Nonlinear Analysis : T.M.A., 70(2), 15, 567-583, 2009.
19. M. Bendahmane, *Mathematical analysis of reaction-diffusion system modeling predator-prey with prey-taxis*. Networks and Heterogeneous Media, 3(4), 863-879, 2008.
20. M. Bendahmane and K. H. Karlsen, *Finite volume methods for degenerate reaction-diffusion systems modeling the Cardiac electric field*. Applied Numerical Mathematics, (59)9, 2266-2284, 2009.
21. M. Bendahmane, R. Burger, R. Ruiz and J.M. Urbano, *Doubly degenerate chemotaxis model with volume-filling effect*. Mathematical Methods in the Applied Sciences, 32, 1704-1737, 2009.
22. M. Bendahmane and M. Sepulveda, *Convergence of a finite volume scheme for nonlocal reaction-diffusion systems modelling an epidemic disease*. Discrete and Continuous Dynamical Systems - Series B, Vol. 11, 4, pp. 823-853, 2009.
23. M. Bendahmane, R. Burger, R. Ruiz and K. Schneider, *Adaptive multiresolution schemes with local time stepping for two-dimensional degenerate reaction-diffusion systems*. Appl. Numer. Math., Vol. 59, Issue 7, pp. 1668-1692, 2009.
24. M. Bendahmane, R. Burger and R. Ruiz, *A multiresolution space-time adaptive scheme for the bidomain model in electrocardiology*. Num. Met. for Part. Diff. Eq., 26, 1377-

1404, 2010.

25. M. Bendahmane, R. Burger, R. Ruiz and K. Schneider, *Adaptive multiresolution schemes for reaction-diffusion systems*. PAMM Proc. Appl. Math. Mech., 8, pp. 10969-10970, 2008.
26. V. Anaya, M. Bendahmane and M. Sepulveda, *Mathematical and numerical analysis for reaction-diffusion systems modeling the spread of early tumors*. Boletín de la sociedad Española de Matematica, No. 47, pp. 55-62, 2009.
27. M. Bendahmane, M. Chrif and S. El Manouni, *Elliptic equations in weighted Sobolev spaces of infinite order with L^1 -data*. Mathematical Methods in the Applied Sciences, (33) : 49-56, 2010.
28. B. Andreianov, M. Bendahmane, K.H. Karlsen and Stanislas Ouaro, *Well-posedness results for triply nonlinear degenerate parabolic equations*. Journal of Differential Equations', (247)1, 277-302, 2009.
29. M. Bendahmane, T. Lepoutre, A. Marrocco and B. Perthame, *Conservative cross diffusions and pattern formation through relaxation*. Journal de Mathématiques Pures et Appliquées, (92)6, 651-667, 2009.
30. B. Andreianov, M. Bendahmane and K.H. Karlsen, *Finite volume schemes for doubly nonlinear degenerate parabolic equations*. Journal of Hyperbolic Differential Equations, (7)1, 1-67, 2010.
31. V. Anaya, M. Bendahmane and M. Sepulveda., *A numerical analysis for Reaction-diffusion systems modelling the spread of early tumors*. Math. Models Methods Appl. Sci., (20)5, 731-756. 2010.
32. M. Bendahmane, R. Burger and R. Ruiz, *A finite volume scheme for cardiac propagation in media with isotropic conductivities*. Mathematics and Computers in Simulation, (80) :1821-1840, 2010.
33. B. Andreianov, M. Bendahmane and Stanislas Ouaro, *Structural stability for variable exponent elliptic problems. I. The $p(x)$ -laplacian kind problems*. Nonlinear Analysis : T.M.A., (73)1, 2-24, 2010.
34. B. Andreianov, M. Bendahmane and Stanislas Ouaro, *Structural stability for variable exponent elliptic problems. II. The $p(u)$ -laplacian and coupled problems*. Nonlinear Analysis : T.M.A., (72)12, 4649-4660, 2010.
35. M. Bendahmane, *Weak and classical solutions to predator-prey system with cross-diffusion*. Nonlinear Analysis : Theory, Methods and Applications, (73)8, 2489-2503, 2010.

36. M. Bendahmane and M. Saad, *Mathematical Analysis and Pattern Formation for a Partial Immune System Modeling the Spread of an Epidemic Disease*. Acta Appl Math., (115)1, 17-42, 2011.
37. M. Bendahmane and S. El Manouni, *Existence and regularity results for anisotropic elliptic equations in R^N* . Topological Methods in Nonlinear Analysis, Volume 36, 129-151, 2010.
38. M. Bendahmane, M. Chrif and S. El Manouni, *Hedberg-type's approximation in generalized anisotropic Sobolev spaces and applications*. The Journal for Analysis and its Applications, (30)3, 341-353, 2011.
39. M. Bendahmane, A. Zimmermann and P. Wittbold, *Renormalized solutions for non-linear parabolic equation with variable exponents and L^1 data*. Journal of Differential Equations, (249)6, 1483-1515, 2010.
40. B. Andreianov, M. Bendahmane and R. Ruiz, *Analysis of a finite volume method for a cross-diffusion model in population dynamics*. Math. Models Methods Appl. Sci., (21)2, pp. 307-344, 2011.
41. V. Anaya, M. Bendahmane and M. Sepulveda, *Mathematical and numerical analysis for Predator-prey system in a polluted environment*. Networks and Heterogeneous Media, (5)4, 813-847, 2010.
42. N. Alibaud, B. Andreianov and M. Bendahmane, *Renormalized solutions of fractional Laplace equation*. C. R. Acad. Sci. Paris, Ser. I, (348)13-14, 759-762, 2010.
43. M. Bendahmane and M. Langlais, *A reaction-diffusion system with cross-diffusion modelling the spread of an epidemic disease*. Journal of evolution equations, (10)4, 883-904, 2010.
44. B. Andreianov, M. Bendahmane, K. H. Karlsen and C. Pierre, *Convergence of Discrete Duality Finite Volume schemes for the macroscopic bidomain model of the heart electrical activity*. Networks and Heterogeneous Media, (6)2, 195-240, 2011.
45. B. Andreianov, M. Bendahmane and M. Saad *Finite volume methods for degenerate chemotaxis model*. Journal of Computational and Applied Mathematics, (235)14, 4015-4031, 2011.
46. M. Bendahmane and K.H. Karlsen, *Entropy solutions for degenerate parabolic equations with $L^1 \cap L^p$ data*. International Journal of Dynamical Systems and Differential Equations(4)1/2, 78-92, 2012.

47. B.E. Ainseba, M. Bendahmane and R. Ruiz, *Mathematical and numerical analysis of an optimal control for the tridomain model in cardiac electrophysiology*. Journal of Mathematical Analysis and Applications(388)1, 231-247, 2012.
48. M. Bendahmane K.H. Karlsen and M. Saad, *Nonlinear anisotropic elliptic and parabolic equations with variable exponents and L^1 data*. Commun. Pure Appl. Anal. 12(3) 1201-1220, 2013.
49. M. Bendahmane and F.W. Chaves-Silva, *Null Controllability of a degenerated reaction-diffusion system in cardiac electro-physiology*. C. R. Math. Acad. Sci. Paris 11-12, 587-590, 2012.
50. B. Andreianov, M. Bendahmane, F. Hubert and S. Krell, *On 3D DDFV discretization of gradient and divergence operators. I. Meshing, operators and discrete duality*. IMA J Numer Anal 32 (4) : 1574-1603, 2012.
51. B. Andreianov, M. Bendahmane and F. Hubert, *On 3D DDFV discretization of gradient and divergence operators II : discrete functional analysis tools and applications to degenerate parabolic problems*. Comput. Methods Appl. Math., 13(4), 369-410, 2013.
52. M. Bendahmane, Z. Khalil, and M. Saad, *Convergence of a finite volume scheme for gas water flow in a multi-dimensional porous media*. Mathematical Models and Methods in Applied Sciences, 24(1), 145-181, 2014.
53. V. Anaya, M. Bendahmane, M. Langlais and M. Sepulveda, *A convergent finite volume method for a model of indirectly transmitted diseases with nonlocal cross-diffusion*. Comput. Math. Appl. (70)2, 132-157, 2015.
54. V. Anaya, M. Bendahmane and M. Sepulveda, *Numerical analysis for a three interacting species model with nonlocal and cross-diffusion*. ESAIM Math. Model. Numer. Anal. (49)1, 171-192, 2015.
55. M. Bendahmane and F.W. Chaves-Silva, *Uniform Null Controllability for a Degenerating Reaction-Diffusion System Approximating a Simplified Cardiac Model*. SIAM J. Control and Optimization 53(6) : 3483-3502, 2015.
56. B. Andreianov, M. Bendahmane, A.Quarteroni, and R. Ruiz-Baier, *Solvability Analysis and Numerical Approximation of Linearized Cardiac Electromechanics*. Mathematical Models and Methods in Applied Sciences, (25)5, 959-993. 2015.
57. B.E. Ainseba, M. Bendahmane and A. Lopez, *On 3D numerical inverse problems for the bidomain model in electrocardiology*. Computers and Mathematics with Applications, (69)4, 255-274, 2015.

58. B. Ainseba, M. Bendahmane and Y. He, *Stability of conductivities in an inverse problem in the reaction-diffusion system in electrocardiology*. Netw. Heterog. Media, (10)2, 369-385, 2015.
59. M. Bendahmane, N. Chamakuri, E. Comte and B.E. Ainseba, *A 3D boundary optimal control for the bidomain-bath system modeling the thoracic shock therapy for cardiac de brillation*. J. Math. Anal. Appl. 437(2), 972-998, 2016.
60. M. Bendahmane, R. Ruiz-Baier and C. Tian, *Turing pattern dynamics and adaptive discretization for a super-diffusive Lotka-Volterra model*. J. Math. Biol. 72(6), 1441-1465, 2016.
61. M. Bendahmane and N. Chamakuri, *Numerical analysis for an optimal control of bidomain-bath model*. J. Differential Equations 263(5), 2419-2456, 2017.
62. V. Anaya, M. Bendahmane, D. Mora, and R. Ruiz-Baier, *On a vorticity-based formulation for reaction-diffusion-Brinkman systems*. Netw. Heterog. Media 13(1), 69-94, 2018.
63. M. Bendahmane, F. Karami and M. Zagour, *Kinetic-fluid derivation and mathematical analysis of the cross-diffusion-Brinkman system*. Math. Methods Appl. Sci. 41(6), 6288-6311, 2018.
64. M. Bendahmane, E. Erraji and F. Karami, *A 3D reaction-diffusion system describing calcium dynamics in cardiac cell*. Math. Model. Nat. Phenom. 14(2), , Art. 205, 27 pp, 2019.
65. M. Bendahmane, F. Mroue, M. Saad and R. Talhouk, *Unfolding homogenization method applied to physiological and phenomenological bidomain models in electrocardiology*. Nonlinear Anal. Real World Appl. 50, 413-447, 2019.
66. M. Bendahmane, F. Mroue, M. Saad and R. Talhouk, *Mathematical analysis of cardiac electromechanics with physiological ionic model*. Discrete and continuous dynamical system B, 24(9) : 4863-4897, 2019.
67. M. Bendahmane and K.H. Karlsen, *Stochastically forced cardiac bidomain model*. Stochastic Processes and their Applications (129)12, 5312-5363, 2019.
68. B.E. Ainseba, M. Bendahmane and B.E. Ainseba, *Effect of Torso Non-Homogeneities in the quasi-static inverse problems arising in electrocardiology*. Moroccan J. of Pure and Appl. Anal., 5(2) : 235-250, 2019.
69. A. Atlas, M. Bendahmane, F. Karami, D. Meskine and M. Zagour, *Kinetic-fluid derivation and mathematical analysis of nonlocal cross-diffusion-fluid system*. Applied Mathematical Modelling, 82 : 379-408, 2020.

70. V. Anaya, M. Bendahmane, D. Mora, and M. Sepulveda, *A virtual element method for a nonlocal FitzHugh- Nagumo model of cardiac electrophysiology*, IMA J. Numer. Anal., 40(2) : 1544-1576, 2020.
71. M. Bendahmane, F. Mroue and M. Saad, *A positive cell vertex Godunov scheme for a Beeler-Reuter Based model of cardiac electrical activity*. Numerical Methods for Partial Differential Equations, 1 : 262-301, 2021.
72. M. Bendahmane, E. Erraji, F. Karami, *Optimal control for nonlocal reaction-diffusion system describing Calcium dynamics in cardiac cell*. M2AS,44(6), 4802-4834, 2021.
73. A. Atlas, M. Bendahmane, F. Karami, D. Meskine and O. Oubbih, *A Nonlinear Fractional Reaction-Diffusion System Applied to Image Processing*. Discrete Contin. Dyn. Syst. Ser. B, 26(9), 4963-4998, 2021.
74. F. Bader, M. Bendahmane, M. Saad and R. Talhouk. Derivation of a new macroscopic bidomain model including three scales for the electrical activity of cardiac tissue. J. Engrg. Math. 131(3), 30 pp., 2021.
75. F. Bader, M. Bendahmane, M. Saad and R. Talhouk. Three scale unfolding homogenization method applied to cardiac bidomain model. Acta Appl. Math. 176(14), 37 pp., 2021.
76. F. Bader, M. Bendahmane, M. Saad and R. Talhouk. Microscopic tridomain model of electrical activity in the heart with dynamical gap junctions. Part 1—Modeling and well-posedness. Acta Appl. Math. 179(11), 35 pp., 2022.
77. M. Bendahmane and K.H. Karlsen. Martingale solutions of stochastic nonlocal cross-diffusion systems. Netw. Heterog. Media 17(5), 719-752, 2022.
78. M. Bendahmane, J. Tagoudjeu and M. Zagour. Odd-Even based asymptotic preserving scheme for a 2D stochastic kinetic-fluid model. J. Comput. Phys. 471(111649), 25 pp., 2022.
79. F. Bader, M. Bendahmane, M. Saad and R. Talhouk. Microscopic tridomain model of electrical activity in the heart with dynamical gap junctions. Part 2—Derivation of the macroscopic tridomain model by unfolding homogenization method. Asymptot. Anal. 132(3-4) (2023), 575-606, 2023.
80. F.L.P DOS SANTOS, M. BENDAHMANE, E. ERRAJI, and F. KARAMI. Continuous spatial and temporal mathematical model for assessing the distribution of Dengue in Brazil with control. Journal of Biological Systems, (31)2, 345-373, 2023.
81. N. Chamakuria, M. Bendahmane and J. Manimaran. Optimal sparse boundary control of cardiac defibrillation. To appear in Nonlinear Analysis : Real World Applications, 2023.
82. M. Bendahmane, H. Nzeti, J. Tagoudjeu and M. Zagour. ORCID logoStochastic reaction-diffusion system modeling predator-prey interactions with prey-taxis and noises. To appear in Chaos, An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science, 2023.
83. M. BENDAHMANE, F. Karami, E. ERRAJI, A. Atlas and L. Afraites. Optimal control for a two-sidedly degenerate aggregation equation. Nonlinear Analysis : Modelling and Control, (28)4, 2023.

Proceedings avec comité de lecture

84. M. Bendahmane, M. Chrif, and S. El Manouni, *Existence and multiplicity results for some $p(x)$ -Laplacian Neumann problems*. Proceedings of the conference in Mathematics and Mathematical Physics, Morocco, 205-216, 2008.
85. B. Andreianov, M. Bendahmane and K. H. Karlsen, *A gradient reconstruction formula for finite volume schemes and discrete duality*. Finite volumes for complex applications. V, 161-168. ISTE, London, 2008.
86. M. Bendahmane, R. Burger and R. Ruiz, *Un método adaptativo para el modelo bidomínio en electrocardiología*. In : D. Celentano (ed.), Cuadernos de Mecánica Computacional, (6)1. Sociedad Chilena de Mecánica Computacional, Concepcion ;, Chile, 77-87, 2008.
87. B.E. Ainseba, M. Bendahmane, A. Lopez, *Software for inverse voltage calculations in the heart's surface*. 22nd International Conference on Electrical Communications and Computers, CONIELECOMP 2012, Cholula, Puebla, Mexico. IEEE 2012, ISBN 978-1-4577-1326-2.
88. B.E. Ainseba, M. Bendahmane, A. Lopez, *Solving the Laplacian Equation in 3D using Finite Element Method in C sharp for Structural Analysis*. VEHICULOS AEROESPACIALES Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Aeroespacial (Mexican Society of Aerospace Science, and Technology), 2011.
89. V. Anaya, M. Bendahmane, M. Langlais, M. Sepulveda, *Pattern formation for a reaction diffusion system with constant and cross diffusion*. Numerical mathematics and advanced applications ENUMATH 2013, 153-161, Lect. Notes Comput. Sci. Eng., 103, Springer, Cham, 2015.
90. V. Anaya, M. Bendahmane, M. Langlais, M. Sepulveda, *Remarks about spatially structured SI model systems with cross diffusion*. Comput. Methods Appl. Sci., 47, Contributions to partial differential equations and applications, 43-64, Springer, Cham, 2019.

Quelques Séminaires et Congrès (depuis 2009)

91. Conférencier (Workshop) à l'ESTE d'Essaouira, Maroc, 15 Juillet 2023 : Titre : **Inverse bidomain model in electrocardiology**.
92. Conférencier à l'Université américaine de Beyrouth, Liban, 26 Octobre 2022 : Titre : **“Recent Progress on Homogenization of the Bidomain and Tridomain Models in Electrocardiology”**.
93. Conférencier (en l'honneur du Prof. Michael Aitiah) à l'Université américaine de Beyrouth, Liban, 29 Novembre 2019 : Titre : **Inverse and control problems in electrocardiology**.

94. Conférencier (Workshop)à l'ESTE d'Essaouira, Maroc, 8 Juillet 2019 : Titre : **Inverse and control problems in electrcardiology.**
95. Conférencier (Workshop)à l'ESTE d'Essaouira, Maroc, 27 Novembre 2018 : Titre : **Recent progress in inverse problems in electrocardiology.**
96. Séminaire à l'EST de Marrakech, Maroc, Avril 2017 : Titre : **Mathematical and numerical Analysis of electromechanical bidomain model.**
97. Séminaire à l'EST d'Essaouira, Maroc, 12 Avril 2016 : Titre : **Mathematical analysis and numerical simulation of optimal control in cardiac model.**
98. Conférencier (SOLABIMA 2015) à l'Instituto de Biociencias de Botucatu à l'Université de Sao-paulo, Brésil, 15 Juillet 2015 : Titre : **Mathematical Analysis and Numerical Approximation of a Coupled System Modeling Cardiac Electromechanics.**
99. Séminaire à RICAM Johann Radon Institute en Autriche, 25 Février 2015 : Titre : **Mathematical analysis and numerical approximation of a coupled system modeling cardiac electromechanics.**
100. Séminaire à l'ESTE d'Essaouira, Maroc, Avril 2014 : Titre : **Mathematical and numerical Analysis of cross-diffusion system in population dynamics.**
101. Séminaire à l'Université de Bio-Bio au Chili 10 Janvier 2014 : Titre : **Mathematical and numerical Analysis of electromechanical bidomain model.**
102. Conférencier à l'Université de Concepcion au Chili, 8 Janvier 2012 : Titre : **Recent progress on inverse problem in electrography.**
103. Conférencier à l'école de printemps EDP nonlinéaires, ENSA de Safi, Maroc, 24-27 Avril 2012 : Titre : **Analyse et modélisation de l'activité électrique du coeur humain.**
104. Séminaire au BCAM-Basque Center for Applied Mathematics, Bilbao, Spain, September 29, 2010 : Titre : **Mathematical models and numerical methods for simulating the electromechanical activity of the heart.**
105. Séminaire à l'école Polytechnique Fédérale de Lausanne, 21 juillet 2010 : Titre : **Mathematical and numerical analysis for degenerate chemotaxis model.**
106. Séminaire à l'Université de Franche-Comté, 24 Septembre 2009 : Titre : **Nolinear elliptic and parabolic equations with variable exponents and L^1 -data.**