



Wissal Sabbagh

Formation

2011–2014 **Doctorat de Mathématiques Appliquées**, à l' Université du Maine et Université Tunis El Manar, soutenue le 08 Décembre 2014 à l'Université du Maine,
Directeur de thèse: Anis Matoussi (LMM et Ecole Polytechnique),
Co-directeur de thèse: Mohamed Mnif (LAMSIN, ENIT, Tunisie).

Titre de la thèse: Quelques contributions dans la représentation probabiliste des solutions des EDP Stochastiques non-linéaires.

Jury:

Rapporteurs: A. Lejay (Université de Lorraine).
J. Zhang (Université South California).

Examineurs: A. Ben Abda (École Nationale d'Ingénieurs de Tunis, Tunisie).
B. Bouchard (ENSAE et Université Paris)
A. De Bouard (Ecole Polytechnique, Paris)
L. Denis (Université du Maine, Le Mans)
E. Gobet (Ecole Polytechnique, Paris)
S. Hamadène (Université du Maine, Le Mans)
M. Klepstyna (Université du Maine, Le Mans)
N. Touzi (Ecole Polytechnique, Paris)

2009–2011 **Mastère de Recherche en Mathématiques Appliquées**,
Ecole Nationale d'Ingénieurs de Tunis (Laboratoire LAMSIN),
Obtenu avec mention Très Bien.

2005–2009 **Maîtrise en Mathématiques Fondamentales**,
Faculté des Sciences de Monastir, Tunisie,
Obtenu avec mention Bien.

2005 **Baccalauréat Scientifique**,
Spécialité Mathématiques, obtenue avec mention Très Bien.

Expériences Professionnelles

2014–2015 **Attaché temporaire d'enseignement et de recherche**,
UFR Sciences et Techniques, Université du Maine.

2012–2014 **Enseignant Vacataire**,
Université du Maine.

Laboratoire Manceau de Mathématiques
Institut du Risque et de l'Assurance, Université du Maine

2011–2012 **Enseignant Vacataire,**
Ecole Supérieur Privée d'Ingénierie et Technologies de Tunis, Tunisie.

Thème de Recherche

- Equations différentielles stochastiques rétrogrades (EDSR) : EDSR, EDSR du second ordre, EDSR Réfléchies avec saut, Schémas Numériques.
- Equations aux dérivées partielles stochastiques (EDPS) : Semi-linéaire, Complètement non-linéaire, Problème d'obstacle, Schémas Numériques.
- Contrôle Stochastique pour la Finance et l'Assurance.

Publications

Articles parues dans des revues à comité de lecture

- [1] Matoussi, A., Sabbagh, W., Zhou, C. (2014). The obstacle problem for semi linear parabolic partial integro-differential equations, à paraître dans Stochastics and Dynamics, (arXiv:1307.0875).

Articles soumis

- [2] Matoussi, A., Sabbagh, W., Zhang, T. (2014). Backward doubly SDEs and semilinear SPDEs in a convex domain, (arXiv:1405.5822).
- [3] Matoussi, A., Sabbagh, W. (2014). Numerical computation for Backward doubly SDEs in a domain, (arXiv:1409.2149).

Travaux en cours

- [4] Matoussi, A., Possamai. D., Sabbagh, W. (2014). Probabilistic Interpretation for Solutions of Fully Nonlinear Stochastic PDEs, Prépublication, (arXiv:1412.5548).
- [5] Matoussi, A., Sabbagh, W., Zhou, C. (2014). Robust BSDE with weak terminal condition.
- [6] Matoussi, A., Sabbagh, W., Zhang, T. (2014). Quasilinear SPDEs in a convex domain.

Compétences

Informatique

Maths: Matlab, R, Maple.

Informatique: C, C++, \LaTeX , Linux.

Langues

Bilingue Arabe et Français.

Bon Anglais écrit et parlé.

Enseignement

2014–2015 **Université du Maine**, *Total 193h Eq. TD.*

Méthode de Monte Carlo pour l'assurance, finance et la santé, M1, TP, 30h.

Simulation des variables aléatoires: méthode d'inversion, méthode de rejet, Simulation de la loi normale.

Méthode de Monte Carlo: application de la loi forte de grands nombres et du théorème de la limite centrale.

Méthodes de réduction de variance: variables antithétiques, variables de contrôles, Monte Carlo conditionnel et rééchantillonnage.

Méthodes de simulation d'espérance conditionnelle.

Probabilités, M1, TD, 20h.

Outils fondamentaux pour la finance, l'actuariat et la santé.

Martingales à temps discret, Mouvement Brownien et processus gaussien, Calcul d'Itô et application au modèle Black & Scholes.

Mathématiques financières, M1, TD, 10h.

Produits Financiers de base: actions, obligation, emprunt.

Produits dérivés: contrat à termes et options, leurs évaluations dans un modèle financier à temps discret.

Méthode de calibration en finance, M2, TP, 15h.

Reconstruction d'une courbe de taux/forme prédéterminée.

Présentation de modèle financier généraux : Modèles de type paramétriques (Heston, Merton, Kou), Modèles à volatilité locale.

Cours et TD Algèbre linéaire, *Double licence Maths Eco L1*, 40h.

Cours et TD Analyse, L1, 60h.

2013–2014 **TD Analyse**, L1, 18h, UFR Sciences Economiques et Gestion Le Mans.

Cours et TD Algèbre linéaire, L1, 30h, UFR Sciences et Techniques Le Mans.

TP Probabilités et Statistiques, L2, 9h, UFR Sciences et Techniques Le Mans.

2012–2013 **Cours et TD Analyse**, L1, 24h, UFR Sciences et Techniques Le Mans.

TP Statistiques Descriptives, L1, 16h, UFR Sciences et Techniques Le Mans.

2011–2012 **Calcul Stochastique**, à l'Ecole Supérieur Privée d'Ingénierie et Technologies de Tunis, Cours de 24 heures .

Espérance conditionnelle, Martingales, Mouvement Brownien, Calcul d'Itô.

Participation aux congrès, séminaires ou écoles

- Participation avec présentation à la conférence "The 7TH International Symposium on Backward Stochastic Differential Equations", Juin 22-27, 2014. Shandong University, Jinan et Weihai (Chine).
- Présentation au Séminaire probabilités et Mathématiques Financières School of Mathematics Science Fudan University, Shanghai (Chine) 20 Juin 2014.
- Présentation au Séminaire Probabilités et Statistique, Université du Maine (Le Mans), 24 Janvier 2014.
- Participation à la conférence "The eighth bachelier colloquium on mathematical finance and stochastic calculus", Métabief - France, 12-18 Janvier 2014.
- Participation à la conférence "Advances In Financial Mathematics", Paris, France, 07-10 Janvier 2014.
- Participation avec présentation à la conférence "International Conference on Stochastic Analysis and Applications", Hammamet - Tunisie, 14-18 Octobre 2013. "The Obstacle Problem for semilinear parabolic Integro-Differential Equations".
- Participation à la conférence "Advanced Methods in Mathematical Finance", Angers, France 02-07 Septembre 2013.
- Participation au congrès SMAI 2013 "6e Biennale Française des Mathématiques Appliquées et Industrielles", Seignosse - France, 27-31 mai 2013, présentation d'un poster "Equations Différentielles Doublement Stochastiques Rétrogrades du Second Ordre" qui a eu le prix EDP sciences.
- Participation à la conférence "Backward stochastic differential equations", Rennes - France, 22-24 Mai 2013.
- Participation à la conférence "Perspectives in Analysis and Probability - Opening Conference", Rennes, 8-12 Avril 2013.
- Participation à la conférence "The seventh bachelier colloquium on mathematical finance and stochastic calculus", Métabief - France, 13-20 Janvier 2013.
- Participation à la deuxième école Euro-Méditerranéenne pour les Mathématiques et leurs Applications (CREMMA), Tunis, 23 mars-6 avril 2012.
- Participation à la première école Euro-Méditerranéenne pour les Mathématiques et leurs Applications (CREMMA), Tunis, 9 Mai-4 Juin 2011.
- Participation "International Conference on Stochastic Analysis and Application", Hammamet (Tunisie), 10 -15 Octobre 2011.
- Participation à la conférence "New advances in Backward SDEs for financial engineering applications", Tamerza (Tunisie), 25-28 octobre 2010.

Résumé des travaux de thèse

J'ai effectué ma thèse en cotutelle entre l'Université du Maine (LMM) et l'Université Tunis El Manar, Tunisie (LAMSIN), sous la direction de Anis Matoussi et Mohamed Mnif.

Le sujet principal de ma thèse porte sur l'étude de la représentation probabiliste (formule de Feynman-Kac) des différentes classes d'EDP Stochastiques non-linéaires (semi-linéaires, complètement non-linéaires, réfléchies dans un domaine) en utilisant les équations différentielles doublement stochastiques rétrogrades (EDDSRs). En effet, les solutions de certaines classes d'EDP stochastiques peuvent modéliser la fonction valeur des problèmes de filtrage non linéaires, ainsi que des problèmes de contrôle partiellement observable ou trajectorielle. Cette thèse contient quatre parties différentes.

Nous traitons dans la première partie les EDDSRs du second ordre (2EDDSRs). Nous montrons l'existence et l'unicité des solutions des 2EDDSRs en utilisant des techniques de contrôle stochastique quasi-sure. La motivation principale de cette étude est la représentation probabiliste des EDP stochastiques complètement non-linéaires (ou Fully nonlinear). Tout d'abord, sous des hypothèses de régularité sur les coefficients, nous donnons une formule de Feynman-Kac pour les solutions classiques des EDP Stochastiques totalement non linéaires généralisant ainsi les travaux de Soner, Touzi et Zhang [4,5] pour les EDP totalement non-linéaire déterministes. Puis, sous des hypothèses plus faibles de type Lipschitz sur les coefficients, nous prouvons la représentation probabiliste des solutions de viscosité stochastique de EDPS totalement non linéaires. En fait, inspirée par les travaux de Buckdahn et Ma [2], elle utilise la transformation Doss-Sussmann pour convertir les EDPS totalement non linéaires à des EDPs totalement non linéaires à coefficients aléatoires, puis enfin nous utilisons la représentation probabiliste de ces dernières équations établie par Soner, Touzi et Zhang [4,5] et Possamaï et Zhou (2013) afin de donner celle de l'EDPS.

Dans la deuxième partie, nous étudions les solutions faibles de type Sobolev du problème d'obstacle pour les équations à dérivées partielles inteégro-différentielles (EDPIDs). Plus précisément, nous montrons la formule de Feynman-Kac pour l'EDPIDs par l'intermédiaire des équations différentielles stochastiques rétrogrades réfléchies avec sauts (EDSRRs). Plus précisément, nous établissons l'existence et l'unicité de la solution du problème d'obstacle, qui est considérée comme un couple constitué de la solution et de la mesure de réflexion. L'approche utilisée est basée sur les techniques de flots stochastiques développées dans Bally et Matoussi [1] mais les preuves sont beaucoup plus techniques. En effet, nous utilisons les résultats originaux de Rémi Léandre (1985) qui a donné une condition nécessaire et suffisante en vertu de laquelle la propriété d'homéomorphisme est conservée pour les EDS avec sauts. L'existence de la solution de l'EDPID est établie par une procédure d'approximation classique de type pénalisation, des estimations à priori et des résultats d'équivalence de norme qui ont été démontré dans le contexte des EDPIDs. L'unicité est une conséquence de la formulation variationnelle des EDPIDs écrites avec pour des fonctions de tests aléatoires particuliers et l'unicité de la solution des EDSRRs.

Dans la troisième partie, nous traitons l'existence et l'unicité pour les EDSRRs dans un domaine convexe D sans aucune condition de régularité sur la frontière. De plus, en utilisant l'approche basée sur les techniques du flot stochastiques nous démontrons l'interprétation probabiliste de la solution faible de type Sobolev d'une classe d'EDP Stochastiques réfléchies dans un domaine convexe via les EDSRRs.

Enfin, nous nous intéressons à la résolution numérique des EDDSRs à temps terminal aléatoire. La motivation principale est de donner une représentation probabiliste des solutionsde Sobolev d'EDP Stochastiques semi-linéaires avec condition de Dirichlet nul au bord. Dans cette partie, nous étudions l'approximation forte de cette classe d'EDDSRs quand le temps terminal aléatoire est le premier temps de sortie d'une EDS d'un domaine cylindrique. Le schéma d'Euler est utilisé pour l'approximation du temps de sortie de l'EDS en utilisant les travaux de E. Gobet (1998, 2000), E. Gobet et Menozzi [3]. Ainsi, nous donnons les bornes pour l'erreur d'approximation en temps discret. Cette partie se conclut par des tests

Laboratoire Manceau de Mathématiques

Institut du Risque et de l'Assurance, Université du Maine

☎ 06 66 26 63 95 • ✉ Wissal.Sabbagh@univ-lemans.fr • née le 18/09/1986

5/6

numériques qui démontrent que cette approche est effective.

Mots-clés: Équations Différentielles Doublement Stochastiques Rétrogrades, Équations Différentielles Doublement Stochastiques Rétrogrades du second order, Analyse stochastique quasi- sure, EDP Stochastiques semi-linéaires, EDP Stochastiques complètement non-linéaires, Flot stochastique, Problème de Skorohod, Schéma d'Euler, Méthode Monte Carlo.

Références

- [1] Bally, V. and Matoussi, A., Weak solutions for SPDEs and backward doubly stochastic differential equations, *Journal of Theoretical Probability*, 14,(2001).
- [2] Buckdahn, R. and Ma, J., Stochastic viscosity solutions for nonlinear stochastic partial differential equations. II, *Stochastic Processes and their Applications*, Vol 93, (2001).
- [3] Gobet, Emmanuel and Menozzi, Stéphane, Exact approximation rate of killed hypoelliptic diffusions using the discrete Euler scheme, *Stochastic Processes and their Applications* (2004).
- [4] Soner, M., Touzi.N. and Zhang. J., Dual Formulation of Second Order Target Problems, *Annals of Applied Probability* 23(1), 308-347,(2013).
- [5] Soner, M., Touzi.N. and Zhang. J., Wellposedness of second order backward SDEs, *Probability Theory and Related Fields*, 153, 149190, (2012)