

Alexandre Thorel

Né le 29/09/1991 à Rouen

Nationalité : Française

Tel : 06.89.43.54.16

Courriel : alexandre.thorel@univ-lehavre.fr

alexandre.thorel@orange.fr

Adresse personnelle : 327, rue du 7^{ème} B.M.N., 76 970 Motteville

Page web : <https://lmah.univ-lehavre.fr/~thorel/>

Laboratoire de Mathématiques Appliquées du Havre (LMAH)

EA 3821, FR-CNRS-3335 Normandie-Mathématiques

Université de Le Havre Normandie,

25, Rue Philippe Lebon CS 80540

76058, Le Havre cedex, France

Carrière

2015-2018 : **Vacataire** à l'Université Le Havre Normandie (à l'UFR-ST)

2018-2020 : **A.T.E.R.** à l'Université Le Havre Normandie (à l'IUT)

2020-2024 : **Enseignant contractuel** à l'Université Le Havre Normandie (temps plein à l'IUT)

Résumé succinct de mes thématiques de recherche

Mon travail s'inscrit dans le cadre de l'analyse des EDP elliptiques et paraboliques, des équations différentielles à coefficients opérateurs dans les espaces de Banach et certaines de leurs applications ; mais aussi dans celui des systèmes de systèmes de réaction-diffusion déployés sur des réseaux d'interaction (graphes).

Les techniques utilisées sont essentiellement basées sur le calcul fonctionnel, la théorie des semi-groupes (analytiques ou intégrés), la théorie spectrale et celle de l'interpolation réelle. J'ai ainsi pu obtenir des résultats optimaux d'existence, d'unicité et de régularité maximale de la solution classique de différents problèmes posés dans les espaces L^p , $p \in]1, +\infty[$. Ces résultats sont applicables dans de nombreux domaines, en particulier en physique, en biologie ou en dynamique des populations. Notons que les techniques utilisées peuvent aussi s'appliquer à d'autres équations comme celles de Navier-Stokes.

En particulier, j'ai considéré des systèmes d'EDP pour lesquels j'ai étudié les propriétés spectrales de l'opérateur linéaire de diffusion généralisée associé formé par une combinaison linéaire du laplacien et/ou du bilaplacien. Cette analyse est fondamentale pour l'étude parabolique correspondante dite de réaction-diffusion généralisée.

Dans d'autres travaux publiés, j'ai élargi mon champ de recherche aux systèmes et réseaux complexes (graphes), en privilégiant l'approche systèmes dynamiques et le comportement asymptotique des solutions. Il s'agit de systèmes de systèmes d'EDP, obtenus par le couplage de différents systèmes d'EDP écrits chacun sur chaque noeud du graphe, les arêtes de ce graphe étant modélisées par des fonctions de couplage, ce dernier pouvant être faible. J'ai établi des résultats théoriques d'existence, d'unicité et de régularité des solutions, mais aussi d'existence d'invariants et d'attracteurs globaux. Les applications traitées dans ce cas, sur des problématiques en dynamique des populations, nous ont conduit à étudier les phénomènes de synchronisation entre les neuds du réseau complexe en question.

Ces différents travaux m'ont permis de développer des collaborations, nationales ou internationales, avec plusieurs chercheurs de différents laboratoires. Je cite en particulier les laboratoires de mathématiques du Havre, de Bordeaux, de Nantes, de Bologne (Italie), de Mostaganem et d'Oran (Algérie).

Pour des résumés spécifiques de mes travaux effectués ou en cours, voir le dernier paragraphe.

Formation

2015-2018 : **Doctorat de Mathématiques**

- Thèse, soutenue le 24 mai 2018, dirigée par S. Maingot et R. Labbas. Bourse CIFRE entre la société Qualiom-éco et l'Université du Havre.
- Sujet : “Équation de diffusion généralisée pour un modèle de croissance et de dispersion d'une population incluant des comportements individuels à la frontière des divers habitats”.

Qualification en 25ème-CNU : MCF-2023-25-23225325314

Qualification en 26ème-CNU : MCF-2024-26-24226325314

Jury :

M. Moulay AZIZ ALAOUI	Professeur à l'Université Le Havre Normandie	Président
Mme Danielle HILHORST	Directrice de Recherche CNRS à l'Université Paris-Sud	Rapporteur
M. Alain MIRANVILLE	Professeur à l'Université de Poitiers	Rapporteur
M. Ahmed MEDEGHRI	Professeur à l'Université de Mostaganem	Examineur
M. Stéphane MAINGOT	Professeur à l'Université Le Havre Normandie	Directeur de thèse
M. Rabah LABBAS	Professeur à l'Université Le Havre Normandie	Co-directeur de thèse
M. Yannick CUVILLY	Co-gérant de Qualiom-éco à Barentin	Invité
M. Nicolas TIPHAGNE	Co-gérant de Qualiom-éco à Barentin	Invité

Mention : Très honorable (avec félicitations du jury)

2013-2014 : **Master Mathématiques-Informatique MATIS-MIS**

- Stage de recherche au LMAH encadré par le Professeur R. Labbas.
- Sujet : “Étude de quelques problèmes en dynamique de populations”

2011-2012 : **Licence de Mathématiques**

2009-2010 : **Mathématiques supérieures** (filière MP)

Articles soumis

2024 : “Abstract elliptic problems with integral boundary condition set in Hölder Spaces”, Mustapha Cheggag, Rabah Labbas & Alexandre Thorel.

2024 : “Solvability of a transmission problem in L^p -spaces with generalized diffusion equation”, Alexandre Thorel. <hal-02975666>

2023 : “Semigroups generated in L^p -spaces by some dispersal process including semi-permeability conditions at the interface”, <hal-04001816>

Laïd Djilali, Rabah Labbas, Ahmed Medeghri, Abdallah Menad & Alexandre Thorel.
2^{ème} tour de review dans **Journal of Dynamics and Differential Equations**

2023 : “Analytic semigroup generated by the dispersal process of a sylvatic transmission model of Chagas disease”,

Narimene Benarbia, Rabah Labbas, Tewfik Mahdjoub & Alexandre Thorel.

2022 : “Elliptic differential-operators with an abstract Robin boundary condition and two spectral parameters”, <hal-02975665>

Angelo Favini, Rabah Labbas, Stéphane Maingot & Alexandre Thorel.

Publications

Disponibles sur <https://lmah.univ-lehavre.fr/~thorel/index.php?page=publications>

- 2024 : “Solvability of a fourth order elliptic problem in a bounded sector, part II”,
Bollettino dell’Unione Matematica Italiana, 2024,
Rabah Labbas, Stéphane Maingot & Alexandre Thorel.
- 2024 : “Synchronization of Turing patterns in complex networks of reaction-diffusion systems set in distinct domains”,
Nonlinearity, 37, 2, 2024, pp. 025011 (32pp)
M. A. Aziz-Alaoui, Guillaume Cantin & Alexandre Thorel.
- 2023 : “Solvability of a fourth order elliptic problem in a bounded sector, part I”,
Bollettino dell’Unione Matematica Italiana, 2023,
Rabah Labbas, Stéphane Maingot & Alexandre Thorel.
- 2023 : “On the solvability of fourth-order boundary value problems with accretive operators”,
Semigroup Forum, 107, 2023, pp. 17-39
Mohammed Benharrat, Fairouz Bouchelaghem & Alexandre Thorel.
- 2022 : “On a generalized diffusion problem : a complex network approach”,
Discrete and Continuous Dynamical Systems - B, 27, 4, 2022, pp. 2345-2365,
Guillaume Cantin & Alexandre Thorel.
- 2022 : “Generation of analytic semigroup for some generalized diffusion operators in L^p -spaces”,
Mathematische Annalen, 384, 2022, pp. 1-49.
Rabah Labbas, Stéphane Maingot & Alexandre Thorel.
- 2021 : “An integrated semigroup approach for age structured equations with diffusion and non-homogeneous boundary conditions”,
Nonlinear Differential Equations and Applications, 28, 2021, 49,
Arnaud Ducrot, Pierre Magal & Alexandre Thorel.
- 2021 : “A biharmonic transmission problem in L^p -spaces”,
Communications on Pure & Applied Analysis, 20, 9, 2021, pp. 3175-3195,
Alexandre Thorel.
- 2020 : “Operational approach for biharmonic equations in L^p -spaces”,
Journal of Evolution Equations, 20, 2020, pp. 631-657,
Alexandre Thorel.
- 2019 : “Generalized linear models for population dynamics in two juxtaposed habitats”,
Discrete and Continuous Dynamical Systems - A, 39, 5, 2019, pp. 2933-2960,
R. Labbas, K. Lemrabet, S. Maingot & A. Thorel.
- 2017 : “On the regularity of a generalized diffusion problem arising in population dynamics set in a cylindrical domain”,
Journal of Mathematical Analysis and Applications, 450, 2017, pp. 351-376,
R. Labbas, S. Maingot, D. Manceau & A. Thorel.

Articles en préparation

- “On Bounded Imaginary Powers of generalized diffusion operators”, Alexandre Thorel.
- “On a transmission problem with thin layer and impedance condition”, Rabah Labbas, Keddour Lemrabet & Alexandre Thorel.

Proceedings

2017 : “Transmission problem in population dynamics”,
Proceedings of Wancsa 2017, Université du Havre Normandie, 4-5 Juillet, 2017, p. 37,
Alexandre Thorel.

Conférences, Colloques et Posters (comme orateur)

- 2022 : Communication orale lors du congrès CANUM 2022 organisé à Evian-les-Bains du 13 au 17 juin.
- 2021 : Communication orale lors du congrès SMAI 2021 organisé à La Grande-Motte du 21 au 25 juin.
- 2021 : Communication orale lors du Workshop "First International Workshop on Functional Analysis, Control systems & Decision support" organisé à Mostaganem (Algérie) du 25 au 27 mai.
- 2019 : Communication orale lors de la Journée de la Fédération Normandie-Mathématiques organisée au Havre le jeudi 13 juin.
- 2019 : Communication orale lors du congrès SMAI 2019 organisé à Guidel du 13 au 17 mai.
- 2018 : Communication orale lors de la journée Bio-Complex Dynamics-Day & Applications organisée à l'Université du Havre le 13 décembre.
- 2018 : Poster : colloque Rencontres Normandes sur les aspects théoriques et numériques des EDP organisé à Rouen les 8 et 9 novembre.
- 2018 : Communication orale lors de la Journée EDP et applications aux modèles biologiques organisée au Havre le 5 juillet.
- 2018 : Communication orale lors de la Journée de la Fédération Normandie-Mathématiques organisée à Caen le jeudi 28 juin.
- 2018 : Poster : Journée de la Fédération Normandie-Mathématiques organisée à Caen le jeudi 28 juin.
- 2018 : Communication orale lors du congrès CANUM 2018 organisé au Cap d'Agde du 28 mai au 1er juin.
- 2017 : Poster : Colloque EDP-Normandie organisé à l'Université de Caen les 25 et 26 octobre.
- 2017 : Poster : Colloque Wancsa organisé à l'Université du Havre les 4 et 5 juillet.
- 2017 : Communication orale lors du congrès SMAI 2017 organisé à Ronces-les-Bains du 5 au 9 juin.
- 2017 : Poster : Journée de la Fédération CNRS Normandie Mathématiques le mardi 13 juin à l'Université de Rouen.
- 2016 : Poster : Journée de la Fédération CNRS Normandie Mathématiques le jeudi 6 octobre à l'INSA de Rouen.
- 2016 : Communication orale (vulgarisation mathématiques) lors de la Journée des Doctorants au Havre le 14 Juin (Prix Scientifique de l'Ecole Doctorale).
- 2016 : Communication orale lors du congrès CANUM 2016 organisé à Obernai du 9 au 13 mai.
- 2015 : Poster : Colloque EDP-Normandie organisé à l'Université du Havre les 21 et 22 octobre.
- 2015 : Communication orale à la maison de l'Étudiant : “Bienvenue dans le monde merveilleux des doctorants” représentant les doctorants en sciences lors de la fête de la science le 6 octobre.

Séminaires extérieurs

- 2022 : Communication orale lors du séminaire du Laboratoire de Mathématiques Nicolas Oresme (LMNO) organisé à Caen le 28 Juin.
- 2018 : Communication orale lors du séminaire de l'Institut de Mathématiques de Marseille organisé au Centre de Mathématiques et Informatique à Marseille le 11 décembre.
- 2018 : Communication orale lors du Groupe de Travail des Thésards du LJLL organisé à l'Université Pierre et Marie Curie, Sorbonne Université, le 4 décembre.
- 2017 : Communication orale présenté lors du workshop international "Reaction-diffusion Systems in the Life Sciences" organisée à l'Université d'Orsay le 20 juillet.

Séminaires locaux

- 2017 : Communication orale lors d'un séminaire de vulgarisation sur l'aéronautique organisé à l'Université du Havre le 28 septembre.
- 2017 : Communication orale au séminaire du LMAH organisé à l'Université du Havre le jeudi 11 mai.
- 2017 : Communication orale lors du séminaire des doctorants du LMAH organisé à l'Université du Havre le jeudi 26 janvier.
- 2016 : Communication orale lors du séminaire des doctorants du LMAH le jeudi 5 mai au Havre.
- 2015 : Communication orale lors du séminaire des doctorants du LMAH organisé à l'Université du Havre le jeudi 25 juin.

Expériences d'enseignement

- 2023-2024 : Enseignant Contractuel, Cours, TD et TP de Ressources et culture numériques en 1^{ère} année, département TC, IUT, Université du Havre (**195h**).
- 2023-2024 : Enseignant Contractuel, Cours et TD de Mathématiques (intégrales doubles et intégrales curvilignes) en 3^{ème} année département GEII, IUT, Université du Havre (**48h**).
- 2023-2024 : Enseignant Contractuel, Cours et TD de Mathématiques (matrices et déterminants) en 2^{ème} année département GEII, IUT, Université du Havre (**9h**).
- 2023-2024 : Enseignant Contractuel, Cours, TD et TP de Techniques quantitatives en 1^{ère} année département TC, IUT, Université du Havre (**104h**).
- 2023-2024 : Enseignant Contractuel, Cours, TD et TP de Techniques quantitatives en 2^{ème} année département TC, IUT, Université du Havre (**36h**).
- 2022-2023 : Enseignant Contractuel, Cours, TD et TP de Ressources et culture numériques en 1^{ère} année, département TC, IUT, Université du Havre (**280h**).
- 2022-2023 : Enseignant Contractuel, Cours et TD de Mathématiques pour la poursuite d'études (Dérivation) en 2^{ème} année département GEII, IUT, Université du Havre (**48h**).
- 2022-2023 : Enseignant Contractuel, Cours, TD et TP de Techniques quantitatives en 1^{ère} année département TC, IUT, Université du Havre (**58h**).
- 2021-2022 : Enseignant Contractuel, Cours, TD et TP de Ressources et culture numériques en 1^{ère} année, département TC, IUT, Université du Havre (**228h**).
- 2021-2022 : Enseignant Contractuel, SAE Marketing en 1^{ère} année, département TC, IUT, Université du Havre (**20h**).
- 2021-2022 : Enseignant Contractuel, Cours et TD de Mathématiques pour la poursuite d'études (Intégration) en 2^{ème} année département GEII, IUT, Université du Havre (**30h**).
- 2021-2022 : Enseignant Contractuel, Cours, TD et TP de Techniques quantitatives en 1^{ère} année département TC, IUT, Université du Havre (**106h**).
- 2020-2021 : Enseignant Contractuel, Cours et TD de Graphes en 1^{ère} année, département Info, IUT, Université du Havre (**60h**).

- 2020-2021 : Enseignant Contractuel, Cours et TD de mathématiques appliquées et statistique en 1^{ère} année département TC, IUT, Université du Havre (**72h**).
- 2020-2021 : Enseignant Contractuel, Cours, TD et TP de Technologie de l'information (Bureautique : Word, Excel, PowerPoint, ...) en 1^{ère} année, département TC, IUT, Université du Havre (**252h**).
- 2019-2020 : ATER, Cours et TD de mathématiques financières en 1^{ère} année, département GLT, IUT, Université du Havre (**96h**).
- 2019-2020 : ATER, Cours et TD de statistiques descriptives en en 1^{ère} année, département GLT, IUT, Université du Havre (**96h**).
- 2018-2019 : ATER, Cours et TD de mathématiques financières en 1^{ère} année, département GLT, IUT, Université du Havre (**96h**).
- 2018-2019 : ATER, Cours et TD de statistiques descriptives en en 1^{ère} année, département GLT, IUT, Université du Havre (**96h**).
- 2017-2018 : Vacataire, Cours et TD d'analyse en L2 PSI (Physique), UFR-ST, Université du Havre (**17h**).
- 2016-2017 : Vacataire, TD d'algèbre linéaire en L1 PSI (Physique), UFR-ST, Université du Havre (**24h**).
- 2016-2017 : Vacataire, TD d'analyse en L1 MISMI (Mathématiques), UFR-ST, Université du Havre (**44h**).
- 2016-2017 : Vacataire, TD de mathématiques générales en L1 MISMI (Mathématiques), UFR-ST, Université du Havre (**24h**).
- 2015-2016 : Vacataire, TD d'analyse en L1 MISMI (Mathématiques), UFR-ST, Université du Havre (**38h**).
- 2014-2015 : Cours de BIA (Brevet d'Initiation Aéronautique), Lycée Jean XXIII, Yvetot (**25h**).

Tutorat et co-encadrement

- 2023-2024 : Encadrement de stagiaires et alternants IUT 1 et 2, département TC, Université du Havre.
- 2022-2023 : Encadrement d'un IUT 1 (stage), IUT-TC, Université du Havre.
- 2018-2019 : Co-encadrement d'un Master 2 (stage), UFR-ST, Université du Havre.
- 2014-2015 : Tuteur de mathématiques générales en Terminale S, Ligue de Handball de Normandie, Le Havre (**60h**).
- 2013-2014 : Tuteur de mathématiques générales pour les filières DUPRES (Diplôme Universitaire de PRéparation aux Etudes Scientifiques), L1 Mathématiques, L2 Mathématiques et L3 Génie Mécanique, UFR-ST, Université du Havre (**300h**).

Responsabilités collectives

- 2023 : Membre d'un comité HCERES en tant que "Expert jeune docteur" le 16 novembre.
- 2022 : Membre d'un comité HCERES en tant que "Expert jeune docteur" le 22 novembre.
- 2022 : Membre du comité d'organisation sur l'organisation du congrès CANUM 2020 du 13 au 17 juin.
- 2021 : Membre d'un comité HCERES en tant que "Expert jeune docteur" les 28 et 29 septembre.
- 2019-2020 : Représentant des Post-Doc et des ATER au conseil du LMAH.
- 2019 : Participant au forum des métiers du collège de Fécamp le 1er mars.
- 2018 : Co-organisateur de la Journée doctorants "EDP et applications aux modèles biologiques" organisée au Havre le 5 juillet.
- 2018-2019 : Animateur du stand de l'UFR-ST représentant les Mathématiques lors du Forum de l'enseignement supérieur.
- 2017 : Co-responsable d'un projet BOUM financé par la SMAI (1000 €).
- 2015-2018 : Représentant des doctorants au conseil du LMAH.
- 2015-2018 : Organisateur du séminaire des doctorants du LMAH.
- 2015-2019 : Animateur du stand du LMAH lors de la Fête de la Science.
- 2014-2024 : Participation à l'organisation de la manifestation Graines de Science (mini-conférences de

vulgarisation scientifique à destination des lycéens de l'agglomération du Havre).
depuis 2010 : Bénévole pour le Téléthon.

Compétences particulières

Bureautique

- Pack Office, LibreOffice, OpenOffice, L^AT_EX

Informatique

- Certificat Informatique et Internet (C2I) niveau 1

Aéronautique

- PPL(A)
- 1^{er} et 2^{ème} cycle de voltige aérienne (FCL 800 et BFV 3)
- CRI(A) SE avec FCL 905 (Instructeur voltige)
- Brevet d'Initiation Aéronautique (BIA) mention Très Bien

Langues

- Français (langue maternelle)
- Anglais (lue, parlée, écrite)
- Espagnol (élémentaire)

Sports

2017	Champion de France en individuel et par équipes (Promotion)	Voltige Aérienne
2015	Vainqueur de la coupe Mudry (Espoir)	Voltige Aérienne
depuis 2012	Marathon, trail, éco-trail de Paris (50km) 9 ^{ème} au marathon de Lille en Espoir	Course à pied
depuis 2010	Plongée sous-marine (niveau 2 PADI (Advanced))	Plongée sous-marine

Rapport sur les travaux effectués, en cours et en projet

Dans mon travail, j'ai analysé une classe de problèmes structurés en temps et en espace, pouvant avoir diverses applications. À titre indicatif, une des questions essentielles est d'analyser et de décrire les variations locales dans le temps et dans un domaine Ω , de la densité spatiale d'une entité ou d'une population $u(t, x)$ pouvant être de différentes natures. Durant ma thèse, l'application sur laquelle je me suis penché fût la diffusion de l'amiante. La population $u(t, x)$ pouvait être :

- de la poussières (amiante, polluants, ...),
- des cellules,
- des insectes ...

Dans certains systèmes complexes, il semble restrictif de ne considérer que les effets spatiaux provenant uniquement de la dispersion exprimée dans les modèles de type Fick.

On présente alors l'équation de diffusion généralisée suivante, à titre illustratif :

$$\underbrace{\frac{\partial u}{\partial t}(t, x, y)}_{\text{taux de variation dans le temps}} = \underbrace{l\Delta u(t, x, y)}_{\text{diffusion locale}} - \underbrace{k\Delta^2 u(t, x, y)}_{\text{diffusion au voisinage du voisinage}} + \underbrace{g(u(t, x, y))}_{\text{interaction locale}}, \quad (t, x, y) \in \mathbb{R}_+ \times \Omega, \quad (1)$$

où $u(t, x, y)$ représente la densité de la population à l'instant t et au point (x, y) , g est le terme non linéaire de réaction, le terme $l\Delta u$ modélise la dispersion induite par les interactions locales (dans un

voisinage proche) et $-k\Delta^2 u$ modélise celle induite par les interactions non locales (au voisinage du voisinage proche). Dans cette équation, l est le coefficient de diffusion classique (local) issu de la loi de Fick et k le coefficient de diffusion à longue portée. Or, si $k > 0$, il a un effet stabilisateur, si par contre, $k < 0$, il a un effet déstabilisateur pour l'équation d'évolution. En effet, en général, l'équation aux dérivées partielles linéarisée est parabolique lorsque k est positif. Le traitement de telles équations nécessite une étude précise de l'équation linéaire stationnaire correspondante à la diffusion.

Lorsque ce modèle correspond à un problème de transmission, posé dans $\Omega = \bigcup_{i=1}^n \Omega_i$, où les Ω_i peuvent être par exemple des habitats juxtaposés, des conditions de transmission (plusieurs possibilités) sont alors nécessaires sur les interfaces.

Dans le cas linéaire stationnaire, en utilisant une notation vectorielle classique (permettant de "cacher" la variable y) et grâce à un opérateur A vérifiant certaines hypothèses, on réécrit l'équation (1) de la façon suivante

$$v^{(4)}(x) + (2A - rI)v''(x) + (A^2 - rA)v(x) = f(x), \quad \text{p.p. } x \in]a, b[, \quad (2)$$

où $r \in \mathbb{R}^*$ et $v(x) : y \mapsto v(x)(y) = u(x, y)$.

On a alors étudié cette équation, dans un seul habitat, sous diverses conditions aux bords afin d'obtenir un résultat d'existence, d'unicité et de régularité maximale, dans le cadre L^p , $p \in]1, +\infty[$, de la solution dans chacun des cas considérés. Le cas $r \in \mathbb{R}^*$ a fait l'objet d'une publication dans JMAA, le cas $r = 0$ a fait l'objet d'un article publié dans JEE et le cas parabolique linéaire où $r \in \mathbb{R}$ est publié dans MAAN (voir section Publications).

J'ai ensuite traité un problème de transmission entre deux habitats juxtaposés dans lesquels une population d'individus se disperse selon une équation de type (1). Le problème s'écrit donc comme un système contenant deux équations couplées de type (2), posés dans deux ouverts juxtaposés, avec ici $r > 0$ pour chaque équation, ainsi que des conditions aux bords et de transmission. Des résultats d'existence, d'unicité et de régularité maximale dans le cadre L^p , $p \in]1, +\infty[$ ont été obtenu et publiés dans DCDS-A. Le cas $r = 0$ est publié dans CPAA. Le cas $r < 0$ est quand à lui actuellement soumis.

Le cas parabolique linéaire, ainsi que le cas non linéaire font parties des perspectives possibles.

Dans un autre travail, publié dans DCDS-B, on compare la solution d'un problème de diffusion généralisée parabolique linéaire de type (1) à celle d'un problème de diffusion parabolique sur un réseau (graphe) avec couplages linéaires. Cette étude peut s'inscrire dans le cadre des systèmes et réseaux complexes avec des termes de réaction-diffusion et trouve des applications diverses, en particulier en neuroscience. On cherche alors à montrer que la solution du problème linéaire globale est limite d'une suite de solutions de problèmes linéaires posés sur les noeuds correspondants du réseau. Les techniques utilisées ici sont essentiellement basées sur la théorie des sommes d'opérateurs ainsi que sur celle des systèmes dynamiques.

Enfin, dans un travail indépendant, publié dans No DEA, on considère deux opérateurs linéaires fermés qui commutent au sens des résolvantes et qui sont tous deux à domaines non denses. Sous certaines hypothèses généralisant celles de Da Prato-Grisvard, on montre que la somme est fermable et on caractérise la fermeture grâce à une approche utilisant la théorie des semi-groupes intégrés. Comme cas particulier, on montre que la somme commutative de deux opérateurs quasi-sectoriels peut être fermée et que sa fermeture génère un semi-groupe intégré.

Résumés des articles publiés, acceptés ou soumis

- **Solvability of a fourth order elliptic problem in a bounded sector, part II (Publié dans BUMI en 2024)**

Après différents changements de variables et de fonctions, le problème de dispersion généralisée, considéré dans la partie I, nous conduit à inverser une somme d'opérateurs linéaires dans un espace de Banach convenable.

Le résultat essentiel de cette seconde partie réside dans l'étude complète de cette somme à l'aide des deux stratégies bien connues : celle de Da Prato-Grisvard et celle de Dore-Venni.

- **Synchronization of Turing patterns in complex networks of reaction-diffusion systems set in distinct domains (publié dans *Nonlinearity* en 2024)**

Nous présentons un réseau complexe innovant de systèmes de réaction-diffusion sur des domaines distincts, avec couplages aux bords. Le réseau complexe modélise l'évolution des interactions des populations, vivant dans un environnement fragmenté, dont les individus migrent d'une parcelle de leur habitat à une autre. Ces déplacements d'individus sont modélisés par des couplages aux bords mixtes, impliquant à la fois les conditions aux limites de Neumann et de Robin. Nous étudions les cas de diffusion dans des habitats isotropes et anisotropes et établissons des conditions suffisantes de synchronisation dans ce modèle de réseau complexe. Nous appliquons ensuite ces résultats théoriques à un modèle non linéaire de type proie-prédateur avec une réponse fonctionnelle de type Leslie-Gower et nous explorons numériquement l'émergence de synchronisation de différents patterns, en particulier de type Turing.

- **Solvability of a fourth order elliptic problem in a bounded sector, part I (publié dans *BUMI* en 2023)**

Le but de cet article (composé de deux parties) est l'étude de l'opérateur de dispersion généralisée d'une équation de réaction-diffusion dans des espaces L^p posés dans un domaine conique fini $S_{\omega,\rho}$, dans \mathbb{R}^2 , d'angle $\omega > 0$ et de rayon $\rho > 0$.

Cette première partie est consacrée au comportement de la solution près du sommet du cône qui est complètement décrit dans l'espace de Sobolev pondéré $W_{3-\frac{1}{p}}^{4,p}(S_{\omega,\rho_0})$, $0 < \rho_0 \leq \rho$.

- **On the solvability of fourth-order boundary value problems with accretive operators (publié dans *Semigroup Forum* en 2023)**

On considère un problème aux limites abstrait du quatrième ordre où les coefficients sont des opérateurs accréatifs dans un espace de Hilbert. On montre l'existence, l'unicité et la régularité maximale de la solution sous certaines conditions nécessaires et suffisantes sur les données. Pour cela, on donne une formule de représentation explicite de la solution en utilisant les semi-groupes analytiques, les opérateurs sectoriels avec Puissances Imaginaires Bornées (BIP), la théorie des fonctions d'opérateurs cosinus fortement continus et la théorie des perturbations d'opérateurs m-accréatifs. Un exemple illustratif est également donné.

- **Generation of analytic semigroup for some generalized diffusion operators in L^p -spaces (publié dans *MAAN* en 2022) *Présenté à l'audition***

On considère des opérateurs de diffusion généralisée du quatrième ordre ainsi que leur problème de Cauchy abstrait associés. En utilisant des techniques liées aux semi-groupes et le calcul fonctionnel, on étudie l'inversibilité et les propriétés spectrales de chaque opérateur. Ainsi, on montre que chacun d'eux génère un semi-groupe fortement continu et on précise aussi quand ces semi-groupes deviennent analytique.

- **On a generalized diffusion problem : a complex network approach (publié dans *DCDS-B* en 2022)**

Dans cet article, on propose une nouvelle approche pour un problème différentiel du quatrième ordre en utilisant un système complexe d'équations de réaction-diffusion. On modélise l'opérateur biharmonique par un réseau, basé sur un graphe fini, dans lequel le couplage entre les nœuds est linéaire. Pour cela, on étudie le problème parabolique du quatrième ordre, en établissant des résultats sur l'existence, l'unicité et la régularité maximal de la solution grâce à la théorie des sommes d'opérateurs et celle des semi-groupes analytiques. On résout ensuite le système complexe et on présente des conditions suffisantes pour que la solution de chacun des deux problèmes converge l'une vers l'autre. Finalement, on analyse leur comportement asymptotique en établissant l'existence d'une famille d'attracteurs exponentielles.

- **An integrated semigroup approach for age structured equations with diffusion and non-homogeneous boundary conditions (publié dans No DEA en 2021)**

Dans ce travail, on considère un problème linéaire structuré en âge avec de la diffusion et des conditions aux bords non homogènes pour l'âge et les variables spatiales. On manipule ce problème linéaire en le réécrivant comme un problème de Cauchy abstrait où l'opérateur n'est pas à domaine dense. Pour cela, on développe un nouveau résultat sur la fermeture de la somme commutative de deux opérateurs à domaine non dense en utilisant la théorie des semi-groupes intégrés. Comme une application de ce résultat abstrait, nous sommes en mesure d'associer un semi-groupe intégré adapté à un problème structuré en âge avec diffusion spatiale et conditions aux bords non homogènes. Ce semi-groupe intégré est caractérisé par la description de son générateur infinitésimal. De plus, des applications de notre résultat abstrait sont également données pour la somme commutative de deux opérateurs presque sectoriels, pour lesquels nous obtenons un résultat de fermeture.

- **A biharmonic transmission problem in L^p -spaces (publié dans CPAA en 2021)**

Dans ce travail on étudie, par une approche de type semi-groupe, un problème de transmission constitué d'équations biharmoniques, de conditions aux bords et de transmission, dans deux habitats juxtaposés. On donne un résultat d'existence et d'unicité de la solution classique dans les espaces L^p , pour $p \in]1, +\infty[$, en utilisant la théorie des semi-groupes analytiques et celle des sommes d'opérateurs dans les espaces de Banach. On inverse explicitement le déterminant opérateur du système de transmission dans les espaces L^p grâce au \mathcal{E}_∞ -calcul.

- **Operational approach for biharmonic equations in L^p -spaces (publié dans JEE en 2020)**

Dans ce travail, on étudie l'existence l'unicité et la régularité maximale, dans les espaces L^p , de la solution de différents problèmes biharmoniques. On réécrit ces problèmes grâce à une équation opérationnelle d'ordre quatre et différentes conditions aux bords, posées dans un domaine cylindrique Ω de \mathbb{R}^n de dimension n . Afin de résoudre ces problèmes, on construit une formule de représentation explicite, en utilisant des semi-groupes analytiques et on inverse explicitement un déterminant opérateur dans les espaces L^p grâce au \mathcal{E}_∞ -calcul et à la théorie des sommes d'opérateurs.

- **Generalized linear models for population dynamics in two juxtaposed habitats (publié dans DCDS-A en 2019)**

Dans ce travail, on introduit un modèle linéaire généralisé modélisant la propagation de la population au sein d'un domaine Ω de \mathbb{R}^d de dimension d constitué de deux habitats juxtaposés ayant une interface commune Γ . Ce modèle est décrit par un opérateur \mathcal{L} du quatrième ordre combinant l'opérateur de Laplace ainsi qu'un opérateur biharmonique sous certaines conditions aux bords et de transmission naturelles. On inverse ensuite explicitement cet opérateur dans les espaces L^p en utilisant le H^∞ -calcul et la théorie des sommes d'opérateur de Dore-Venni. Ce résultat nous mènera, dans un travail ultérieur, à étudier la nature du semi-groupe généré par \mathcal{L} qui est importante pour l'étude de l'équation de diffusion généralisée complète non linéaire associée.

- **On the regularity of a generalized diffusion problem arising in population dynamics set in a cylindrical domain (publié dans JMAA en 2017)**

Dans cet article, on considère un problème de diffusion généralisée en lien avec la dynamique de population. On étudie alors, une équation opérationnelle elliptique du quatrième ordre, avec diverses conditions aux bords. On montre l'existence, l'unicité et la régularité maximale d'une solution classique dans un domaine cylindrique sous certaines conditions nécessaires et suffisantes sur les données. Ce problème elliptique est résolu dans $L^p(a, b; X)$, $p \in]1, +\infty[$, où $]a, b[\subset \mathbb{R}$ et X un espace de Banach UMD. Les techniques utilisées sont essentiellement basées sur le calcul fonctionnel et la théorie des semi-groupes.

- **Semigroups generated in L^p -spaces by some dispersal process including semi-permeability conditions at the interface (soumis en 2022)**

On étudie une équation différentielle elliptique définie dans deux habitats sous des conditions de semi-perméabilité à l'interface. Cette équation décrit un processus de dispersion dans la dynamique des populations. En utilisant le calcul fonctionnel et les résultats dans Lutz Weis entre autres, nous montrons que l'opérateur spatial associé génère un semi-groupe analytique dans les espaces L^p .

- **Elliptic differential-operators with an abstract Robin boundary condition and two spectral parameters (soumis en 2022)**

On étudie la résolubilité d'un problème aux limites pour des équations différentielles du second ordre à coefficients opérateur dans $L^p(0, 1; X)$, avec $1 < p < +\infty$, X étant un espace de Banach complexe UMD. L'originalité de ce travail réside dans le fait que l'on a considéré le cas où des paramètres spectraux différents apparaissent dans l'équation et dans une condition aux bords abstraite de type Robin contenant un opérateur non borné qui ne commute pas avec l'opérateur utilisé dans l'équation. On montre alors l'existence et l'unicité de la solution ayant la régularité maximale. De plus, on donne une formule de représentation explicite de cette solution ainsi que des estimations précises en fonctions des deux paramètres spectraux. Enfin, on établit des résultats de génération de semi-groupe analytique pour chacun des cas considérés. Plusieurs applications concrètes, pour lesquelles notre théorie s'applique, sont données.

- **Solvability of a transmission problem in L^p -spaces with generalized diffusion equation (soumis en 2024)**

On étudie un problème de transmission, en dynamique de population, entre deux habitats juxtaposés. Dans chacun des habitats, on considère une équation de diffusion généralisée composée du Laplacien et d'un terme biharmonique. On considère que les coefficients devant chaque terme peuvent être négatifs ou nuls. En utilisant la théorie des semi-groupes et celle du calcul fonctionnel, on donne des relations entre les coefficients afin d'obtenir l'existence et l'unicité de la solution classique dans les espaces L^p .

- **Analytic semigroup generated by the dispersal process of a sylvatic transmission model of Chagas disease (soumis en 2023)**

Dans ce travail, on développe un nouveau modèle de transmission biologique pour la maladie de Chagas. Ce modèle, posé dans deux habitats juxtaposés avec conditions Browniennes biaisées à l'interface, est composé de deux équations de réaction-diffusion et prend en compte la transmission sylvatique. On l'écrit comme un problème de Cauchy perturbé en utilisant la théorie des opérateurs. Puis on montre que l'opérateur principal, qui modélise le processus dispersif, génère un semi-groupe analytique dans un espace de Banach adapté.

- **Abstract elliptic problems with integral boundary condition set in Hölder Spaces (soumis en 2024)**

Cet article est consacré à l'étude des équations différentielles opérationnelles du second ordre de type elliptique avec une condition aux limites intégrale. L'étude est réalisée lorsque le deuxième membre appartient aux espaces de Hölder. Nous donnons de nouveaux résultats sur l'existence, l'unicité et la régularité maximale des solutions strictes et semi-classiques. Les techniques utilisées sont basées sur la théorie des semi-groupes analytiques généralisés, la théorie de l'interpolation réelle et celles utilisées dans les travaux de E. Sinestrari.