



**DOSSIER DE CANDIDATURE
A UNE ALLOCATION DE RECHERCHE
POUR LA RENTREE 2018**

Dossier complété et revêtu des signatures à transmettre impérativement pour le :

07 janvier 2018 au plus tard,

A la Direction de la Recherche et Valorisation

secretariat.recherche@univ-littoral.fr

Titre de la thèse :

Etude du spectre discret des opérateurs définis par matrices infinies non-bornées

Laboratoire d'accueil ULCO : LMPA Joseph Liouville

Priorité du laboratoire, tous supports de financements confondus : 4

Directeur de thèse ULCO : ZIELINSKI Lech



Merci de renseigner l'ensemble des demandes de financements envisagées pour ce sujet (NB : Les demandes peuvent porter sur plus de deux cofinanceurs envisagés):

- Région 50 % (Dans ce cas, ne pas oublier de remplir également le dossier « Région »)
- PMCO 50 %
- ULCO 50 % ULCO 100 %
- ADEME 50 % ADEME 100 %

Merci de nous indiquer si d'autres financements ont été demandés pour ce sujet :

- Autre Financeur 50 %, préciser le financeur :
- Autre Financeur 100 %, préciser le financeur :

X LIBAN – Université Libanaise

Pour ce dispositif, merci d'indiquer en plus :

- le nom du codirecteur étranger et le laboratoire partenaire :
Professeur JAZAR Mustapha,
Directeur du Laboratoire de Mathématiques et Applications

- Thématique :

- (1) La qualité de l'air
- (2) Le milieu aquatique
- (3) L'obésité, la nutrition et les activités sportives
- (4) Les énergies propres et renouvelables
- (5) La gestion et le traitement des déchets
- (6) L'urbanisme

LIBAN – CNRS Libanais

Pour ce dispositif, merci d'indiquer en plus :



- le nom du codirecteur étranger et le laboratoire partenaire

- Thématique :

- (1) La qualité de l'air
- (2) Le milieu aquatique
- (3) L'obésité, la nutrition et les activités sportives
- (4) Les énergies propres et renouvelables
- (5) La gestion et le traitement des déchets
- (6) L'urbanisme

ARCUS E2D2 :

Pour ce dispositif, merci d'indiquer en plus :

- le nom du codirecteur étranger et le laboratoire partenaire

- Thématique :

- (1) Planifier et habiter la ville durable
- (2) Surveillance et gestion durable des infrastructures
- (3) Environnement, Atmosphère, Eau
- (4) Développement énergétique durable

ALGERIE - Université Badji Mokhtar d'Annaba (UBMA)

Pour ce dispositif, merci d'indiquer en plus :

- le nom du codirecteur étranger et le laboratoire partenaire

- Thématique :

- (1) La gestion et le traitement des déchets,
- (2) L'aménagement littoral et portuaire,
- (3) Le milieu aquatique,
- (4) La surveillance et la gestion durable des infrastructures.

***LABORATOIRE D'ACCUEIL**

Nom du laboratoire d'accueil : LMPA Joseph Liouville

Nombre de HDR dans le laboratoire : 20

Nombre de thèses encadrées dans le laboratoire (rentrée 2017) : environ 10

Durée moyenne des thèses soutenues dans le laboratoire, sur la période 2013-2017 : 3 ans 5 mois



ENCADREMENT

Nom, Prénom du directeur de laboratoire : ELIAHOU Shalom

Nom, Prénom du directeur de thèse (si différent du directeur de laboratoire) :
ZIELINSKI Lech

Nombre de doctorats en préparation sous la direction du directeur de thèse : 1

Avis détaillé du directeur de thèse :

Le sujet de cette thèse fait partie d'un projet de recherches que je mène au sein du laboratoire LMPA Joseph Liouville en collaboration avec Anne Boutet de Monvel (Institut de Mathématiques de Jussieu - Paris Rive gauche) et Jan Janas (Académie des Sciences de Pologne). Le but de ce projet global est de développer de nouveaux outils mathématiques permettant d'améliorer et généraliser les estimations de valeurs propres d'opérateurs étudiés en particulier en physique quantique. Cette collaboration commencée en 2007 a donné lieu à la publication d'une dizaine de contributions. Ce sujet est parfaitement susceptible de donner matière à une thèse de qualité dans le délai requis de trois ans.

Signature du directeur de thèse

Avis détaillé du directeur de laboratoire :

La thématique proposée pour cette thèse est à l'interface entre la théorie des équations différentielles et la physique mathématique. Le Professeur Lech ZIELINSKI est un expert reconnu dans celle-ci. J'ai toute confiance que ce projet aboutira à une thèse de qualité dans les délais requis. Avis très favorable.

Laboratoire de Mathématiques Pures et Appliquées

UNIVERSITE DU LITTORAL COTE D'OPALE

Pôle de Recherche S.T.S.

Centre Universitaire de la Mi-Voix

50 Rue Ferdinand Buisson - CS 80699

62228 CALAIS Cedex


Signature du directeur de laboratoire



PROJET DE THESE

Intitulé du projet de thèse :

Etude du spectre discret des opérateurs définis par matrices infinies non-bornées

Domaine scientifique : Mathématiques

Résumé (1/2 page maxi.) :

Le but de cette thèse est d'étudier certaines classes d'applications linéaires définies par des matrices infinies dont la structure particulière est motivée par la physique quantique et la théorie des équations différentielles. Les applications linéaires en question sont diagonales dans une certaine base de l'espace de Hilbert et il s'agit d'obtenir des estimations précises du comportement des valeurs propres.

Projet de thèse (5 pages maxi.) :

Développer sur cinq pages :

§ **Le sujet de recherche choisi et son contexte scientifique**

Le sujet de cette thèse est motivé par différents modèles physiques et applications en théorie des équations différentielles. Il s'agit de certaines classes de matrices infinies qui définissent une application linéaire qui est diagonale dans une base orthogonale et dont les valeurs propres forment une suite qui tend vers l'infini.

La référence [3] donne des exemples en provenance de la théorie des équations différentielles et propose des estimations valables pour un nombre fini de valeurs propres. Dans le cas de modèles de la physique quantique les valeurs propres correspondent aux niveaux d'énergie de l'hamiltonien qui contient des paramètres physiques. Il est alors important d'obtenir des renseignements sur ces paramètres en connaissant les niveaux d'énergie qui peuvent être mesurés expérimentalement et l'approche utilisée est basée sur l'étude asymptotique de hauts niveaux d'énergie.

Un exemple fondamental de l'optique quantique est donné par le modèle quantique de Rabi qui décrit l'interaction entre un atome à deux niveaux et un mode du champ électromagnétique. Ce modèle a été étudié dans les travaux [1], [4] et [5], mais les estimations obtenues sont bien plus faibles que certains résultats



justifiés par des arguments physiques et numériques (décrits par exemple dans l'article [2]). L'un de buts principaux de cette thèse est d'obtenir des preuves mathématiquement rigoureuses du comportement asymptotique de grandes valeurs propres dans des modèles du type de Rabi.

Références :

- [1] A. Boutet de Monvel, S. Naboko, L. O. Silva, The asymptotic behaviour of eigenvalues of a modified Jaynes-Cummings model, *Asympt. Analysis*. 47 (2006), 3-4, p. 291-315.
- [2] I. D. Feranchuk, I. I. Komarov, A.P. Ulyanenkov, Two-level system in a one-mode quantum field: numerical solution on the basis of the operator method, *J. Phys. A: Math. Gen.* Vol. 29 (1996), 4035-4047
- [3] H. Volkmer , Estimates for Rayleigh–Ritz Approximations of Eigenvalues and Eigenfunctions of the Mathieu and Spheroidal Wave Equation , *Constr. Approx.* (2004) 20, p. 39–54
- [4] E. A. Yanovich, Asymptotics of Eigenvalues of an Energy Operator in a Problem of Quantum Physics. In: Janas J., Kurasov P., Laptev A., Naboko S. (eds) *Operator Methods in Mathematical Physics. Operator Theory: Advances and Applications*, vol 227 (2013), Birkhäuser, Basel
- [5] A. Boutet de Monvel, L. Zielinski, Asymptotic behavior of large eigenvalues of JaynesCummings type models, *Journal of Spectral Theory* 7 (2017), no. 2, 559-631

§ L'état du sujet dans le laboratoire et l'équipe d'accueil

Le sujet de cette thèse fait partie d'un projet de recherches que je mène au sein du laboratoire LMPA Joseph Liouville depuis 2007. Un travail mené dans le cadre de ce projet a donné lieu à la publication d'une dizaine de contributions qui développent de nouveaux outils mathématiques permettant d'améliorer et généraliser les estimations de valeurs propres d'opérateurs étudiés en particulier en physique quantique.



§ Le programme et l'échéancier de travail

Au cours de la première année de la thèse le candidat devra faire connaissance avec tous les travaux qui ont été publiés dans le domaine de recherches qui concerne la thématique de la thèse. Au cours de la deuxième année de la thèse le candidat devra réaliser un travail de recherche en vue de la publication d'au moins un article de recherche dans un revue scientifique à comité de lecture article. Les résultats principaux de ce travail devront être rédigés et soumis à publication au début de la troisième année de la thèse. Au cours de cette année le candidat devra aussi préparer la rédaction finale de sa thèse.

§ Les retombées scientifiques et économiques attendues

On attend la publication d'au moins deux articles de recherche dans des revues scientifiques à comité de lecture.

§ Collaborations prévues

On prévoit de continuer notre collaboration avec Anne Boutet de Monvel (Institut de Mathématiques de Jussieu - Paris Rive gauche) et Jan Janas (Académie des Sciences de Pologne) dans ce projet.