

I- FICHE D'IDENTIFICATION DU PROJET SCIENTIFIQUE (1 PAGE)

Titre court du projet :	Théorie Spectrale et Géométrie
Acronyme :	THESPEGE
Durée du projet :	☐ 12 mois ☒ 24 mois
Responsable (coordinateur scientifique)¹ :	Nom : Humbert Emmanuel Ville : Tours Tél. : 02 47 36 72 62 Email : humbert@univ-tours.fr Adresse : LMPT, Université de Tours, UFR sciences et Techniques, Parc de Grandmont, 37200 Tours

Partenaires et tutelles ² :	Nom court ou sigle de l'unité	HT ou TTC	BRGM	CEA	IRSTEA	CNRS	INRA	INSERM	INSA	UOrléans	UTours	Autres
1 LMPT	LMPT UMR 7350					G					X	
2 MAPMO	MAPMO UMR 7349					X				G		
3												
4												
5												
...												

Domaine scientifique (plusieurs choix possibles):	☐ Energie – Matériaux ☐ Géosciences – Environnement – Espace ☐ Santé - Biologie – Chimie du Vivant ☒ Maths - Phys. - Info. - Économie - Systèmes - Langages ☐ Sciences Humaines et Sociales ☐ Thématiques et actions transversales.
Domaine de spécialisation de la stratégie régionale d'innovation :	☐ Ingénierie et métrologie environnementales pour les activités fortement consommatrices de ressources naturelles ☐ Biotechnologies et services appliqués à la santé et à la cosmétique ☐ Conception de systèmes pour le stockage de l'énergie ☐ Technologies de l'efficacité énergétique pour la construction et la rénovation des bâtiments ☒ TIC et services pour le tourisme patrimonial ☐ Pas de lien avec un de ces domaines
Objectifs particulier de l'APR IA	☐ Portage par un jeune chercheur ou une jeune chercheuse (moins de 35 ans) ☒ Contribution à la structuration de la recherche régionale (projets multi-établissements, multi-sites, interdisciplinaires, ...) ☐ Mise en place ou intégration à l'intérieur d'un réseau de recherche extrarégional ☐ Tremplin vers des financements nationaux (ANR, ...) ou internationaux (Horizon 2020, ...)
Ce projet est-il proposé comme « intégralement subventionnable en investissement » ? (Cf III-3 ci-dessous)	☐ Oui ☒ Non

¹ Joindre un CV court (avec liste des cinq publications significatives)² Lister les unités partenaires (ajouter des lignes si nécessaire) ; lister les partenaires non académiques

	Coût complet	Subvention demandée à la Région
Budget du projet (k€) :	Investissement :0	Investissement :0
☒ HT ³	Personnel : 405	Personnel :50
☐ TTC ⁴	Fonctionnement : 70	Fonctionnement :70
	TOTAL : 475	TOTAL : 120

³ Cocher une des deux cases ; le choix TTC doit être justifié par l'assujettissement de l'établissement gestionnaire à la TVA (TVA non récupérable).

II- DESCRIPTIF SIMPLIFIÉ DU PROJET (1 PAGE)**Résumé en langage vulgarisé, accessible aux élus régionaux***(10 lignes maximum en Arial 11, simple interligne)*

Lorsque la membrane d'un tambour vibre, les ondes qui s'y propagent ne le font pas n'importe comment. Elles se décomposent en ondes élémentaires, chacune ayant une fréquence bien précise. Par exemple, sur une corde de guitare, ces ondes élémentaires sont décrites par des fonctions simples : des sinus et cosinus. En dimension plus grande (la membrane par exemple pour la dimension 2), elles prennent des formes bien plus complexes. Les fréquences possibles, qui dépendent de la forme de la membrane, constituent un ensemble de nombres appelé *Spectre du*

Laplacien. C'est à l'étude de ces nombres que nous faisons référence lorsque nous parlons de *Théorie spectrale* dans le titre du projet. Ce spectre est naturellement et implicitement lié à la géométrie (c'est-à-dire à la forme de la membrane). L'objectif scientifique principal de ce projet est de rendre plus explicite les relations qui existent entre le spectre et la géométrie.

Objectifs et finalités*(15 lignes maximum en Arial 11, simple interligne)*

Ce projet se veut fédérateur à deux niveaux. Il est d'une part à l'intersection de deux thématiques de mathématiques: la théorie spectrale et la géométrie différentielle. Ces thématiques sont au coeur des travaux de recherche de plusieurs membres du MAPMO (Orléans) et du LMPT (Tours). Cependant, le constat a été fait que ces chercheurs ont peu échangé entre eux, principalement du fait que les objets considérés le sont avec des points de vue et des techniques différents. Ces thématiques ont cependant de nombreux points de convergence et nous pensons donc avoir un grand intérêt à partager nos idées, nos points de vue, et à nous enrichir de nos différences. Ce projet devrait ainsi nous permettre de poser et/ou résoudre les nouveaux problèmes qui ne manqueront pas d'apparaître à l'interface entre théorie spectrale et géométrie.

Ce projet a aussi pour but de créer des collaborations d'une part entre les différents axes représentés au LMPT (Géométrie, Analyse des EDPs, Probabilités) et d'autre part, entre le MAPMO et le LMPT, très probablement appelés à fusionner dès 2018. Nous aimerions tirer profit de cette fusion en créant dans la Région Centre-Val de Loire un pôle à visibilité nationale voire internationale en théorie spectrale et géométrie, tout en nouant des liens avec des spécialistes du domaine extérieurs à la région.

Programme de travail, calendrier*(15 lignes maximum en Arial 11, simple interligne)*

Comme expliqué dans le paragraphe précédent, ce projet a pour but de faire se rencontrer et travailler ensemble deux communautés différentes, l'objectif étant de poser et de résoudre de nouveaux problèmes à l'interface entre ces domaines. Pour atteindre ce but, ce projet se découpera en deux phases d'un an chacune :

- Année 1 : *mise en commun des connaissances*. Le but de cette phase sera, par le biais de rencontres régulières (journées thématiques), de mettre en commun nos connaissances sur les sujets liés à la théorie spectrale et à la géométrie. Cela permettra de mieux nous connaître et de nous familiariser avec les différents outils et techniques respectives. Plus précisément :

+ 4 journées thématiques : octobre 2017, décembre 2017, février 2018, avril 2018 ;

+ un workshop/école thématique d'une semaine : juin 2018

- Année 2 : *bilan et mise en place de nouveaux thèmes de recherche, Recrutement d'un Post-Doc*

Dans cette phase, nous ferons le bilan du travail accompli pendant la première phase et nous commencerons la recherche proprement dite. Là encore, cela se fera par des rencontres diverses.

+ 4 journées thématiques : octobre 2018, décembre 2018, février 2019, avril 2019 ;

+ Conférence internationale de fin de projet (1 semaine) : juin 2019.

III- PRESENTATION DETAILLEE DU PROJET**III-1- Objectifs et contexte***(2 pages maximum en Arial 11, simple interligne)*

On précisera les objectifs et les enjeux en les situant dans le contexte international (état de l'art), ainsi que la position des partenaires dans ce contexte (participation à des réseaux, implication dans des projets financés par l'ANR ou le PCRD européen, ...).

Une onde se propageant dans une membrane se décompose toujours en ondes élémentaires dont les fréquences possibles forment un ensemble de nombres appelé *Spectre du laplacien*, intrinsèquement lié à la forme de la membrane, c'est-à-dire à la géométrie de la membrane. On peut trouver un article vulgarisé sur le sujet sur la page

<http://www.cnrs.fr/publications/imagesdelaphysique/couv-PDF/imagephys98/86-93.pdf>

Ce projet part du constat que ces relations sont étudiées par au moins deux communautés mathématiques différentes, représentées au sein des laboratoires MAPMO (Orléans) et LMPT (Tours), mais que ces communautés n'échangent que très peu entre elles, qu'elles ont développé des outils et des problématiques qui leur sont propres sans interagir l'une avec l'autre. Plus précisément, on distingue deux types de questions fondamentales :

- Dans les problèmes directs, on cherche à comprendre comment la géométrie influence le spectre. Idéalement, on aimerait connaître toutes les valeurs propres (ce sont les éléments du spectre) dans une situation géométrique donnée. Ce calcul est malheureusement irréaliste. De façon plus réaliste, on impose à la membrane certaines propriétés géométriques et on essaie d'explicitier les contraintes qui en résultent sur les valeurs propres.

- Dans les problèmes inverses, on s'intéresse à la façon dont le spectre détermine (ou non) la géométrie. On cherche donc des propriétés géométriques qui peuvent être déduites de la connaissance du spectre.

De manière surprenante, ces points de vue, complémentaires, amènent à des questions radicalement différentes, mettant en jeu des techniques et des outils très éloignés les uns des autres.

Parlons d'abord des problèmes directs. L'exemple-type de question que l'on se pose est le suivant : peut-on donner un encadrement des valeurs propres, par exemple de la plus petite d'entre elles, en fonction des données géométriques ? Les techniques utilisées sont bien souvent variationnelles : on essaie de comparer ces ondes élémentaires de fréquences données à des fonctions dont on connaît plus de propriétés. Les résultats obtenus font intervenir par exemple l'aire de la membrane ou encore l'une de ses courbures.

Pour le second point de vue, à la place d'étudier les ondes élémentaires elles-mêmes, on étudie la façon dont une onde générale (pas forcément élémentaire) évolue dans le temps. On étudie alors la manière dont elle se propage. Les propriétés du spectre se lisent sur certaines propriétés géométriques de la membrane et notamment sur la description des *géodésiques* : les géodésiques d'une surface (la membrane) sont les chemins qui minimisent la distance. Elles généralisent donc les lignes droites en géométrie euclidienne classique. Par exemple, sur une sphère, les géodésiques sont les cercles de même centre que la sphère. Les techniques et outils utilisés sont très différents de ceux mis en œuvre pour le premier point de vue.

D'abord, alors que le premier point de vue consiste souvent à s'intéresser à ce qui se passe à basse fréquence, ce point de vue met en jeu des phénomènes qui apparaissent seulement à haute fréquence. Ensuite, les techniques utilisées sont principalement issues de l'analyse micro-locale, un domaine actuellement en pleine expansion et très éloigné des techniques variationnelles évoquées ci-dessus.

Pour ces deux types de questions, voici une liste des membres du projet qui sont concernés ainsi que leur appartenance à une ANR en lien avec le projet. Leur rôle exact est décrit plus en détail dans la rubrique « Description du projet et résultats scientifiques et techniques attendus ».

- *Problèmes directs* : Saïd Ilias et de son doctorant Abdolhakim Shouman (LMPT), Salam Kouzayha (LMPT, étudiante d'Ahmad ElSoufi, décédé et qui devait faire partie du projet), Emmanuel Humbert (LMPT)
- *Problèmes inverses* : Luc Hillairet (Membre de l'ANR-GERASIC) et son étudiant Franchel Gatse (MAPMO), Kim Dang Phung et son étudiante Thi Minh Nhat VO (MAPMO), Vincent Perrollaz (LMPT, Membre de l'ANR finite4SOS), Emmanuel Humbert (LMPT)
- *Aspects géodésiques* : Jean-Claude Picaud (LMPT).

L'objectif scientifique du projet est donc de profiter de ces différentes compétences au sein de nos laboratoires pour aborder des problèmes en géométrie et théorie spectrale avec des outils plus variés, de profiter du savoir de ces deux communautés. Le projet se déroulera en deux phases d'un an chacune :

- la première aura pour but la mise en commun de nos connaissances, de comprendre les

problèmes étudiés par chaque communauté ainsi que les outils utilisés. Cela se fera par des rencontres régulières (voir le paragraphe « programme de travail/calendrier ») sous forme de journées thématiques. Cette première phase s'achèvera par l'organisation d'un workshop qui permettra aux membres du projet de faire plus ample connaissance avec les spécialistes des deux aspects théorie spectrale et géométrie. Ce workshop sera aussi l'occasion de proposer des cours confiés à des spécialistes qui achèveront la formation aux divers outils de chaque communauté.

- la seconde phase sera consacrée à la recherche proprement dite. Le but sera d'une part d'aborder certains problèmes déjà connus avec de nouveaux outils. D'autre part, le travail effectué en première phase devrait naturellement apporter de nouvelles questions et problématiques. Nous prévoyons le recrutement d'un Post-doctorant durant cette phase. Son implication concernera bien sûr à la fois le LMPT et le MAPMO. Là aussi, des rencontres régulières et groupes de travail seront organisés tout au long de l'année. La fin du projet sera marquée par l'organisation d'une conférence internationale sur les thèmes abordés tout au long du projet.

Mettre en commun des connaissances issues de communautés différentes n'est pas une tâche facile, notamment du fait que les questions abordées sont éloignées les unes des autres. Il faut pour cela un plan scientifique plus précis qui est décrit dans le prochain paragraphe.

Pour finir, il est important de noter les enjeux d'un projet comme le nôtre dépasse le cadre des mathématiques pures. En effet, ces problèmes sont directement liés aux problèmes de contrôle. Ici, il y a trois aspects: agir sur l'onde de manière locale en espace-temps pour annihiler l'onde en un temps donné; stabiliser l'onde par une action locale en espace et globale en temps; reconstruire l'onde à partir d'une observation de l'onde localisée en espace-temps. Concernant les applications pratiques, signalons par exemple la détection de fissures dans les centrales nucléaires ou la détection de tumeurs cancéreuses dans l'imagerie médicale.

III-2- Description du projet et résultats scientifiques et techniques attendus

(2 pages maximum en Arial 11, simple interligne)

L'originalité et le caractère ambitieux du projet devront être précisés. L'interdisciplinarité et l'ouverture à diverses collaborations seront à justifier en accord avec l'orientation du projet. Si nécessaire, des précisions pourront être apportées pour compléter les renseignements fournis dans la section III-3 (moyens financiers et humains).

Ce projet a pour but de faire le lien entre les communautés qui travaillent sur les problèmes directs et les problèmes inverses. La première se pose surtout des questions à propos de ce qui se passe à basse fréquence et la seconde à haute fréquence. Il y a donc un vrai travail à faire pour trouver un terrain commun où les compétences des uns et des autres pourront se révéler utiles. Comme point de départ, nous articuleront notre projet autour de deux thèmes principaux:

- les Conjectures de Pólya :

ces conjectures font partie des problèmes directs. Elles sont centrales dans le travail de recherche de Saïd Ilias (LMPT), mais aussi de son doctorant Abdolhakim Shouman et de Salam Kouzayha, ancienne doctorante d'Ahmad El-Soufi (LMPT, décédé en décembre 2016 et qui devait faire partie de ce projet), qui, depuis le décès de ce dernier, poursuit ses recherches sous la direction de Saïd Ilias et d'Emmanuel Humbert. Décrivons-les plus précisément. Désignons par λ_k la $k^{\text{ème}}$ valeur propre du Laplacien (c'est-à-dire le $k^{\text{ème}}$ nombre du spectre). La loi de Weyl dit qu'on a l'équivalence $\lambda_k \sim C k^{2/n}$ lorsque k tend vers l'infini, la constante C étant explicite et dépendant de la géométrie de la membrane (son aire par exemple). Les conjectures de Pólya sont une série de conjectures qui précisent la position de λ_k en fonction de cette asymptotique : l'une d'elle stipule par exemple que, lorsqu'on impose à l'onde d'être nulle au bord de la membrane, $C_n k^{2/n}$ est en fait un minorant de λ_k . Ces problèmes peuvent être formulés dans des cadres variés ce qui laisse un vaste choix de questions à aborder

Il faut savoir que ces conjectures, bien qu'elles aient été formulées au début du 20^{ème} siècle, sont toujours activement étudiées et attirent de grands noms: citons par exemple Berezin, Li, Yau (médaille Fields). Notons qu'elles font partie des problèmes directs puisqu'il s'agit de donner une estimation exacte de la valeur propre λ_k en fonction de la géométrie de la membrane. De manière assez surprenante, les résultats les plus marquants dans cette direction – ceux qui établissent la

conjecture mais avec une constante C qui n'est pas la meilleure possible – utilisent des techniques assez élémentaires et accessibles, mais bien évidemment utilisées de manière remarquablement astucieuse.

Ces conjectures sont particulièrement intéressantes du point de vue de notre projet car elles mettent en jeu le comportement des valeurs propres correspondantes à des hautes fréquences. Pourtant, ces problèmes ne sont jamais étudiés avec le regard propre à celui utilisé pour les problèmes inverses ; avec l'analyse micro-locale par exemple. Nous aimerions justement aborder ces questions avec un point de vue « haute fréquence ». Il nous paraît alors tout à fait réaliste de penser que cette démarche apportera des éclairages nouveaux sur ce type de questions.

- les problèmes d'observabilité et leurs liens avec la géométrie:

ces problèmes consistent à savoir si l'observation d'une onde sur une partie de la membrane permet d'avoir une bonne idée du comportement de l'onde sur toute la membrane. Ici on s'intéresse aux fonctions propres du Laplacien (c'est-à-dire la fonction associée à la valeur propre), voire une combinaison de fonctions propres du Laplacien. Aussi, c'est la géométrie du domaine et celle de la partie sur laquelle on observe, qui entrent en jeu. Les techniques d'analyse microlocale sont propres aux hautes fréquences pour l'équation des ondes. Les techniques d'analyse harmonique sont propres aux basses fréquences et peuvent s'articuler autour de l'équation de la chaleur.

Dans un souci de clarté, la présentation faite dans ce texte est réductrice : elle ne présente que l'aspect « onde se propageant dans une membrane » mais il faut savoir que ces problèmes se formulent dans un cadre très large. Citons par exemple les travaux récents de Kim Dang Phung (MAPMO) et de son collaborateur Claude Bardos sur l'observation de l'équation de la chaleur et dont les développements sont au cœur des travaux de recherche de son étudiante en thèse Thi Minh Nhat Vo. L'un des intérêts des problèmes d'observabilité pour ce projet est que leur formulation est variationnelle. Ils ne sont pratiquement jamais abordés par ce biais. Ils le sont habituellement par les techniques propres aux hautes fréquences. Cependant, récemment, E. Humbert (LMPT) et ses collaborateurs Y. Privat et E. Trélat ont obtenu de nouveaux résultats sur l'observabilité de l'équation des ondes en utilisant des outils variationnels empruntés aux problèmes directs. Nous pensons qu'il y a réellement une nouvelle voie à explorer dans cette direction.

Une autre question digne d'intérêt est la suivante : puisque l'on est capable de décrire certains liens entre la géométrie et le spectre, peut-on prescrire la forme d'une membrane de manière à avoir des propriétés intéressantes sur le spectre ? C'est l'une des spécialités de Vincent Perrollaz (LMPT). Ces questions mènent directement à des applications pratiques, comme celle mentionnée à la fin de la rubrique « Objectifs et contexte ». Formuler la question sous cette forme appelle à développer des techniques différentes, qui mêlent techniques hautes et basses fréquences.

Un dernier aspect particulièrement intéressant de ces problèmes pour ce projet est l'étude de l'ensemble des mesures quantiques qui décrit le comportement des ondes élémentaires lorsque la fréquence tend vers l'infini. Ces questions sont très présentes sur la scène internationale et l'une des conjectures célèbres dans cette direction, la conjecture QUE, a donné lieu à une médaille Fields (celle d'Elon Lindenstrauss) pour sa résolution partielle. Luc Hillairet (MAPMO) est très actif sur ces questions. Il a par exemple décrit très précisément la situation dans le cadre de la géométrie sous-riemannienne avec ses collaborateurs Y. Colin de Verdière et E. Trélat. Notons que l'approche variationnelle d'E. Humbert, Y. Privat et E. Trélat décrite ci-dessus permet aussi d'obtenir des résultats sur ces mesures quantiques.

L'influence de la géométrie sur ces problèmes se lit principalement à travers les propriétés géodésiques de l'espace ambiant (c'est-à-dire tout ce qui concerne l'étude des chemins les plus courts). Jean-Claude Picaud, spécialiste de ces questions dans le cadre des variétés à courbure négative où les techniques de théorie ergodique - et de théorie de la mesure - permettent d'établir des liens précis entre spectre du Laplacien et la dynamique du flot géodésique. Des questions naturelles et importantes restent ouvertes dans le cas où la variété n'est pas compacte (par exemple l'analyse du spectre essentiel du Laplacien) et/ou dans le cas bien plus compliqué où la courbure est négative ou nulle.

Pour résumer la situation, les résultats que nous espérons obtenir avec ce projet sont de nature triple :

- d'abord, comme expliqué ci-dessous, nous pensons que l'application des techniques hautes fréquences aux problèmes directs proches des conjectures de Pólya devraient apporter des outils

nouveaux sur ce type de questions. Il est peut-être trop optimiste de dire qu'elle pourront en résoudre certaines mais il semble réaliste de penser qu'elles déboucheront sur des résultats de nature inédite ;

- ensuite, nous avons déjà pu constater que l'approche variationnelle pouvait être un outil efficace pour les problèmes d'observabilité et nous souhaitons approfondir cette voie qui est pour l'instant pour l'instant complètement inexplorée, tout en approfondissant les liens entre les mesures quantiques et les aspects géodésiques des espaces dans lesquels nous travaillons.

- enfin, un troisième aspect nous semble tout aussi important, bien que plus vague en l'état actuel des choses: les thèmes sur lesquels nous allons centrer les discussions sont à la fois suffisamment proches pour que nous puissions trouver des intérêts communs et nous comprendre, mais suffisamment éloignés les uns des autres pour que cette compréhension ne soit pas immédiate. Il est alors clair que de nouvelles questions, sans doute éloignées de ce que nous pouvons prévoir à ce stade, vont surgir. Nous espérons donc, en plus des objectifs identifiés que nous nous sommes fixés, développer de nouveaux sujets de recherche donnant lieu à des collaborations durables entre les membres du projet, mais plus généralement avec des membres extérieurs, sur la scène régionale, nationale et même internationale.

Pour finir, nous ne donnons ci-dessus qu'une description de l'esprit du projet et de la manière dont nous comptons l'aborder. Nous avons bien évidemment un bon nombre de questions précises qui nous semblent abordables et que nous souhaiterions regarder. Parmi celles-ci, mentionnons, par exemple :

- Application de la méthode variationnelle à d'autres situations de natures différentes: en particulier l'équation de la chaleur ;

- La paramétrix du noyau de la chaleur met en jeu des constantes liées à la géométrie. Que peut-on en tirer sur les constantes dans l'inégalité spectrale sur les sommes de fonctions propres à la "Lebeau-Robbiano"?

III-3- (Le cas échéant) Description du potentiel de valorisation permettant une subvention globale du projet en investissement

(un projet de recherche peut être subventionné en tant qu'investissement, et ce indépendamment de la nature des dépenses qu'il induit, à la condition qu'il offre des potentialités explicitées en terme d'accroissement de patrimoine (au sens matériel et financier) pour les établissements de tutelle, sous forme par exemple de prestations de conseil, d'accords de coopération, de licence pour l'exploitation d'un brevet ...)

III-3- MOYENS FINANCIERS ET HUMAINS ASSOCIÉS AU PROJET

Seul le financement des moyens demandés par les partenaires académiques du projet est éligible. Les montants sont à indiquer en k€ (sans chiffre après la virgule), HT ou TTC en cohérence avec le choix indiqué dans la Section I.

Pour la soumission, il n'est pas demandé un état justificatif par partenaire, mais cet état sera demandé pour les projets retenus.

Investissement

Préciser dans la colonne « libellé » le nom de l'équipement.

Les devis des équipements ne sont pas demandés à la soumission du projet, mais devront pouvoir être transmis aux services de la Région à leur demande.

Dans le cas d'équipements structurants et mutualisés, utilisés dans le projet mais aussi dans le cadre d'autres opérations, détailler dans la Section III-2 :

- les prévisions concernant l'intensité de l'utilisation des équipements et les parts respectives qu'y prendront les différents utilisateurs concernés,
- la méthodologie envisagée pour assurer l'accès aux équipements (mise en place d'un comité scientifique, critère d'attribution des temps d'utilisation, démarche qualité, ...),
- les travaux de recherche, prévus pendant la durée du projet présenté, qui s'appuieront sur les équipements, ainsi que les résultats qui en sont attendus et la contribution spécifique des équipements à ces résultats,
- les programmes de recherche qui bénéficieront à plus long terme des équipements et les conditions dans lesquelles le fonctionnement des équipements (maintenance, personnel spécialisé) sera assuré et financé dans ce cadre.

Personnel

Dans une approche de coût complet, détailler aussi bien le personnel permanent impliqué dans le projet que le personnel recruté dans le cadre de celui-ci (cf. exemples dans le tableau). Pour les EPIC, le coût du personnel permanent est éligible dans la limite de 50%.

Préciser dans la colonne « libellé » l'équipe d'accueil au sein de l'unité, le nom (pour le personnel permanent), le statut (chercheur, enseignant-chercheur, post-doc, ingénieur, technicien, ...).

Fonctionnement

Il s'agit du fonctionnement directement induit par le projet.

Préciser dans la colonne « libellé » le nature du besoin : frais de missions, consommables, prestations de service externes, ...

Détailler la nature :

- des consommables,
- des prestations de service.

TABLEAU RÉCAPITULATIF DU BUDGET PRÉVISIONNEL DU PROJET (en k€)

Partenaires	Investissement		Personnel		Fonctionnement	
	Acquis ou à acquérir	Demandé à la Région	TOTAL	Acquis ou à acquérir	Demandé à la Région	TOTAL
1 LMPT UMR 7350	0	0	0	209	50	259
						42
2 MAPMO UMR 7349	0	0	0	146	0	146
						28
3						
4						
...						
TOTAL		D1=0	C1=0	355	D2=50	C2= 405
						D3=70
						C3= 70

TOTAL (D1 + D2 + D3)

120

demandé à la Région

Coût total du projet

475

(C1 + C2 + C3)

Répartition prévisionnelle des ressources financières entre les partenaires :

Financement	1 LMPT	2 MAPMO	3	4	5	6	7	...
Acquis ou à acquérir	209	146						
Demandé à la Région	92	28						
TOTAL	301	174						

JUSTIFICATION SCIENTIFIQUE DES MOYENS DEMANDES : INVESTISSEMENT

4 Ajouter des lignes ou des colonnes si le nombre de partenaires le justifie

Libellé	Justification scientifique et rôle dans la réalisation du projet ⁵	Coût (k€) ⁶	Subvention demandée à la Région (k€)	Cofinancements k€Financeur(s)	D/A ⁷
TOTAL INVESTISSEMENT					
JUSTIFICATION SCIENTIFIQUE DES MOYENS DEMANDES : PERSONNEL					
Libellé ⁸	Justification scientifique et rôle dans la réalisation du projet ⁹	Durée (hommes mois)	Coût (k€) ¹⁰	Subvention demandée à la Région (k€)	Cofinancements k€Financeur(s) D/A ¹¹
Franchel Gatse (Doctorant, MAPMO)	Analyse semiclassical, théorie spectrale	4	10	0	Univ. Orléans A

⁵ Si nécessaire, cette description peut être reprise plus en détail dans la description du projet

⁶ HT ou TTC, en cohérence avec le choix indiqué dans la Section I ; montants arrondis au k€

⁷ Préciser si le co-financement est Demandé (D) ou Acquis (A)

⁸ Préciser l'équipe d'accueil au sein de l'unité, le nom (pour le personnel permanent), le statut

⁹ Si nécessaire, cette description peut être reprise plus en détail dans la description du projet

¹⁰ Coûts salariaux charges et taxes comprises

¹¹ Préciser si le co-financement est Demandé (D) ou Acquis (A)

Luc Hillairet (Professeur, MAPMO)	Analyse semiclassique, théorie spectrale	9	66	0	Univ. Orléans	A
Emmanuel Humbert (Professeur, LMPT)	Analyse géométrique	9	74	0	Univ. Tours	A
Saïd Ilias (Professeur, LMPT)	Théorie spectrale et géométrie différentielle	6	51	0	Univ. Tours	A
Salam Kouzayha (Doctorante, LMPT)	Théorie spectrale et géométrie différentielle	3	7	0	Univ. Libanaise	A
Vincent Perrollaz (MCF, LMPT)	Théorie du contrôle	4	23	0	Univ. Tours	A
Jean-Claude Picaud (MCF, LMPT)	Théorie ergodique	6	47	0	Univ. Tours	A
Kim Dang Phung (MCF, MAPMO)	Analyse des EDP	9	60	0	Univ. Orléans	A
Abdolhakim Shouman (Doctorant, LMPT)	Théorie spectrale et géométrie différentielle	3	7	0	Univ. Tours	A
Thi Minh Nhat Vo (Doctorante, MAPMO)	Théorie du contrôle, Problème inverse	4	10	0	Univ. Orléans	A
Post-Doctorant		12	Post-Doctorant	50	Région	D

TOTAL PERSONNEL

JUSTIFICATION SCIENTIFIQUE DES MOYENS DEMANDES : FONCTIONNEMENT

Libellé	Justification scientifique et rôle dans la réalisation du projet ¹²	Coût (k€) ¹³	Subvention demandée à la Région (k€)	Cofinancements k€Financier(s)	D/A ¹⁴
Missions	Échanges scientifiques, collaborations	10	10		D
Matériel informatique	Calculs, bases de données	15	15		D
Journées thématiques	Acquisition d'une culture commune et recherche, groupes de travail	10	10		D
Workshop/École thématique	Mise en commun des connaissances acquises, bilan.	10	10		D

12 Si nécessaire, cette description peut être reprise plus en détail dans la description du projet

13 HT ou TTC, en cohérence avec le choix indiqué dans la Section I ; montants arrondis au k€

14 Préciser si le co-financement est Demandé (D) ou Acquis (A)

TOTAL FONCTIONNEMENT

70

70

IV- SIGNATURES

Signatures

Nom du responsable (coordinateur scientifique) : **M Emmanuel Humbert**

Signature :



Fait le 5/4/17 à Tours

Nom du directeur de l'unité coordinatrice : **M Molinet Luc**

Le signataire certifie avoir obtenu l'accord des directeurs des laboratoires partenaires pour le dépôt de ce projet.

Signature :



Fait le

05/04/2017

ANNEXE 1 - IDENTIFICATION DES PARTENAIRES ACADÉMIQUES

Remplir une fiche pour chacun des partenaires académiques (unités de recherche : laboratoires ou équivalents)

IDENTIFICATION DU PARTENAIRE (UNITE COORDINATRICE)

NUMERO :

1

NOM : LMPT

Nom et prénom du responsable scientifique pour le projet au sein du partenaire	Humbert Emmanuel
Fonction	Professeur
Organisme d'appartenance	Laboratoire LMPT, Université de Tours
Email humbert@univ-tours.fr	Tél 0247367262 Fax 0247367068

DIRECTEUR de l'Unité de Recherche et informations générales sur l'Unité :

Civilité	Nom Molinet	Prénom Luc
Mail	molinet@univ-tours.fr	
Tél	0247367411	Fax 0247367068

Unité de recherche (nom complet)			
Laboratoire de Mathématiques et Physique Théorique (LMPT)			
N° Unité (s'il existe)	UMR 7350		
Adresse complète			
Laboratoire de Mathématiques et Physique Théorique (LMPT)			
Université de Tours			
Faculté des Sciences et Techniques			
Parc de Grandmont			
Code postal	37200	Ville Tours	
Site web : http://www.lmpt.univ-tours.fr			
Etablissement(s) de tutelle :			
BRGM ☐	CEA ☐	IRSTEA ☐	CNRS ☒
INRA ☐	INSERM ☐	INSA ☐	
U. Orléans ☐	U. Tours ☒	Autres ☐	

Missions et mots-clés :

Le LMPT est une unité mixte, CNRS-Université de Tours, basée sur le campus de Grandmont. C'est une structure pluri-disciplinaire originale qui regroupe des mathématiciens

et des physiciens théoriciens pouvant collaborer autour de thématiques communes. Parmi les sept axes de recherche du LMPT, « Géométrie riemannienne », d'« Analyse non linéaire et EDP » et de « Probabilités et Théorie Ergodique » sont ceux qui impliquent un membre du projet.

Chiffres-clés :

Nombres détaillés des permanents et non permanents, nombre de publications annuelles, etc.,

Le Laboratoire de Mathématiques et Physique Théorique comprend une cinquantaine d'enseignants-chercheurs et chercheurs, épaulés par 5 personnels BIATSS et un ITA, et encadre une vingtaine de doctorants.

L'originalité de ce laboratoire est sa structure pluridisciplinaire Mathématiques et Physique, elle est ainsi constituée de deux équipes de recherche : l'équipe de Physique Théorique et l'équipe de Mathématiques.

Les recherches s'organisent autour de sept axes et vingt-trois thèmes (voir la page Axes de Recherche pour un descriptif plus détaillé). Le laboratoire est porteur de nombreux programmes internationaux (PHC : Japon, PICS : Belgique, Chili, Chine, Suisse, Ukraine, etc.), de trois ANR et de trois GDR..

Il collabore avec une trentaine d'universités dans le monde et publie environ quatre-vingt dix d'articles par an dans des revues internationales (ces publications sont référencées sur HAL à l'adresse <http://hal.archives-ouvertes.fr/>).

Compétences et rôle dans le projet
Notre projet implique les laboratoires LMPT (Tours) et MAPMO (Orléans) qui fusionneront probablement dans un futur proche.
Six membres du projet appartiennent au LMPT, dont 2 professeurs, 2 maîtres de conférences et 2 doctorants. Emmanuel Humbert sera l'interlocuteur principal de la Région et assurera également la gouvernance locale.
Le nombre de membres du projet est assez limité mais plusieurs enseignants-chercheurs du LMPT devraient être intéressés par les actions organisées dans le cadre du projet et y participer. Cela concerne principalement les membres des axes de « Géométrie riemannienne » et d'« Analyse non linéaire et EDP » qui, pour beaucoup d'entre eux, ont des sujets de recherche, qui sans être directement liés au projet, sont connexes aux thématiques du projet.
Finalement, le LMPT offre un environnement favorable qui nous facilitera la tâche lors de l'organisation des diverses rencontres prévues par le projet.

Publications principales les plus pertinentes (5 maximum) (Titre et références. Souligner les auteurs de l'unité)
1. Alabau-Boussouira, Fatiha, Perrollaz, Vincent, Rosier, Lionel Finite-time stabilization of a network of strings. Math. Control Relat. Fields 5 (2015), no. 4, 721–742.
2. Ahmad El Soufi, Evans Harrell, Saïd Ilias & Joachim Stubbe, on sums of eigenvalues of elliptic operators on manifolds, à paraître au Journal of Spectral Theory
3. E. Humbert, Y. Privat, E. Trélat (2016) : Observability properties of the homogeneous wave equation on a closed manifold, preprint arXiv:1607.01535
4. S.Ilias, A. Shouman Sobolev inequalities on a weighted manifold of positive Bakry-Emery curvature and convex boundary. 2017, soumis.
5. G. Link, J.C. Picaud: <i>Ergodic geometry of non elementary rank one manifolds</i> , J. of Discrete and continuous dynamical systems serie A 2016

IDENTIFICATION DU PARTENAIRE

Nom et prénom du responsable scientifique pour le projet au sein du partenaire		Hillairet Luc	
Fonction		Professeur	
Organisme d'appartenance		Laboratoire MAPMO, Université d'Orléans	
Email	Luc.hillairet@univ-orleans.fr	Tél	0238417237
		Fax	0238417205

DIRECTEUR de l'Unité de Recherche et informations générales sur l'Unité :

Civilité	Nom Abraham	Prénom Romain
Mr		
Mail	dirmapmo@univ-orleans.fr	
Tél	0238417009	Fax 0238417205

Unité de recherche (<i>nom complet</i>)	
Laboratoire de Mathématiques-Analyse, Probabilités, Modélisation-Orléans (MAPMO)	
N° Unité (<i>s'il existe</i>)	UMR 7349
Adresse complète	
MAPMO, Université d'Orléans, UFR Sciences, Bâtiment de mathématiques rue de Chartres, BP 6759	
Code postal	45067
	Ville Orléans Cedex 02
Site web : http://www.univ-orleans.fr	
Etablissement(s) de tutelle :	
BRGM ☐	CEA ☐
INRA ☐	INSERM ☐
U. Orléans ☒	U. Tours ☐
	CEMAGREF ☐
	INSA ☐
	Autres (préciser) :
	CNRS ☒

Missions et mots-clés :

Membres d'une unité mixte de recherche, CNRS-université d'Orléans, les chercheurs et enseignants-chercheurs du MAPMO traitent un large spectre de thèmes mathématiques aussi bien théoriques (C*-Algèbre, Analyse harmonique), qu'appliquées (Probabilités, Statistiques, Modélisation). Ces différents sujets peuvent se retrouver autour de sujets communs et très actuels comme par exemple le traitement de l'image.

Chiffres-clés :

Nombres détaillés des permanents et non permanents, nombre de publications annuelles, etc.,

Le MAPMO est composé de 50 enseignants et enseignants chercheurs (20 PR dont 4 émérites, 28 MCF). À ces membres permanents s'ajoute une quinzaine de doctorants et quelques post-doctorants (ATER ou post-doc). Les services d'appui à la recherche du laboratoire sont constitués de deux secrétaires et deux ingénieurs informatiques. Ses membres publient environ 50 articles par an dans des revues internationales. Ces travaux sont consultables sur HAL à l'adresse suivante <http://hal.archives-ouvertes.fr/>. L'activité du laboratoire s'articule autour de 3 grands domaines interconnectés : Analyse, Probabilités et Modélisation. Ces trois axes peuvent encore se décomposer en 8 thématiques (voir <http://www.univ-orleans.fr/mapmo/presentation.php> pour plus de précisions).

Le MAPMO est associé à 2 projets ANR, 5 projets régions et CNRS et participe à une dizaine de GDR. Enfin, les activités plus appliquées du laboratoire aboutissent parfois à des collaborations avec des industries, banques, assurances, centres hospitaliers ou collectivités locales (voir <http://www.univ-orleans.fr/mapmo/collaboration.php>).

Compétences et rôle dans le projet

Quatre membres du projet appartiennent au laboratoire MAPMO dont 1 professeur, 1 maître de conférences et 2 doctorants.

Luc Hillairet sera responsable de la gouvernance locale du projet. La proximité géographique avec le LMPT sera un atout pour les échanges et rencontres dans le cadre du projet. Ce projet sera aussi l'occasion de renforcer les liens entre les deux laboratoires dans le cadre de la très probable fusion prochaine du MAPMO et du LMPT.

Publications principales les plus pertinentes (5 maximum)*(Titre et références. Souligner les auteurs de l'unité)*

1. C. Bardos, K.D. Phung, Observation estimate for kinetic transport equation by diffusion approximation, preprint arXiv:1605.01954
2. L. Hillairet et C. Judge. Spectral simplicity and asymptotic separation of variables. Comm. Math. Phys., 302(2), 291–344, 2011.
3. Y. Colin de Verdière, L. Hillairet et E. Trélat. Spectral asymptotics for sub-Riemannian Laplacians. I : quantum ergodicity and quantum limits in the 3D contact case. <http://arxiv.org/abs/1504.07112>, 2015.
4. K.D. Phung, G. Wang et Y. Xu, Impulse output rapid stabilization for heat equations Preprint arXiv:1611.10075
5. T.M.N. Vo, Construction of a control for the cubic semilinear heat equation. Vietnam J.Math. 44 (2016), no. 3, 587–601.

