



**BUREAU DE LA COMMUNAUTÉ D'AGGLOMÉRATION LE COTENTIN
DÉCISION PRISE EN APPLICATION DES DISPOSITIONS DU CODE GÉNÉRAL
DES COLLECTIVITÉS TERRITORIALES**

Réf - n° B020_2022

OBJET : Soutien à la recherche - Co-financement d'une thèse avec la Région Normandie

Exposé

En charge de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche depuis le 1^{er} janvier 2018, l'Agglomération du Cotentin a acté lors du Conseil communautaire du 27 juin 2019 la mise en œuvre d'un Schéma Local de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche (SLESR) définissant pour les 5 années à venir un cadre d'intervention global. L'une des ambitions du SLESR est d'accroître les ressources en recherche.

A cette fin, une des actions envisagée dans le schéma est le co-financement d'allocations doctorales sur le territoire afin de favoriser les capacités de recherche des laboratoires locaux, notamment en s'inscrivant dans le cadre du dispositif « RIN Doctorants 50 % ». Ce dispositif est l'occasion pour l'Agglomération du Cotentin de co-financer les allocations de recherche à hauteur de 50 % avec la Région Normandie, et de bénéficier de l'évaluation de la Communauté d'Universités et Etablissements (COMUE), qui garantit la qualité scientifique des projets. L'aide versée permet l'accueil de doctorants dans les laboratoires académiques pendant 36 mois maximum.

Lors du processus de sélection mené par la COMUE, tous les dossiers sont étudiés selon les critères suivants :

- la qualité scientifique du projet ;
- les retombées et perspectives attendues pour le territoire en termes de développement territorial, de valorisation du projet, d'attractivité, de rayonnement des équipes normandes ;
- le développement ou le renforcement de collaborations.

En 2020 et en 2021, deux projets de thèses ont été retenus et ont fait l'objet de co-financements dans ce cadre : le premier sur les « Energies, Propulsion, Matière et Matériaux », le second SoMSa « Source et Mobilité Sables » par l'utilisation d'outils géochimiques, tous les deux au sein du Laboratoire Universitaire des Sciences Appliquées de Cherbourg (LUSAC).

Pour la session RIN Doctorant 2022, le seul dossier déposé, le projet EGACIM « Équations aux Dérivées Partielles Sur Graphes pour l'Apprentissage et la Classification de données », porté par le Groupe de Recherche En Informatique Image et Instrumentation de Caen (GREYC), a été retenu sur la liste principale, après avoir été retravaillé suite aux conseils et à l'évaluation de la COMUE en 2021, et pourrait faire l'objet d'un co-financement de la part de l'Agglomération du Cotentin.

Ce projet de thèse s'inscrit dans la continuité des travaux sur les équations aux dérivées partielles sur graphes et leurs applications. Cette recherche se propose d'offrir, dans sa partie application, aux médecins et aux pathologistes, notamment de l'hôpital Pasteur de Cherbourg, des outils de quantification modernes et fiables susceptibles de les assister dans le contexte du dépistage, de l'amélioration du diagnostic et de l'aide au suivi thérapeutique des cancers. C'est un domaine d'application majeur devenu très compétitif, en termes d'économies de santé et de qualité des soins ainsi qu'en termes de valorisations économiques dans le domaine de la pathologie numérique et de la « e-cancérologie ».

Le dossier EGACIM a recueilli de bonnes appréciations : la note générale est B mais avec 5 A sur l'« état de l'art », les objectifs, l'innovation, les retombées et l'expertise scientifique. Les 3 B de l'évaluation portent essentiellement sur l'écriture du dossier et de la méthodologie. Il est à noter que le directeur de thèse Monsieur ELMOATAZ est à ce jour, au sein du laboratoire, détenteur du plus grand nombre de brevets déposés.

Si l'Agglomération valide le soutien à ce projet, le co-financement pourrait faire l'objet d'une convention d'allocation de subvention entre la COMUE, Université de Normandie, la Communauté d'Agglomération du Cotentin et le GREYC. Notre Agglomération soutiendrait alors le doctorant à hauteur d'environ 16 670 € par an pendant trois ans, soit 50 000 € pour 3 ans.

Décision

Aussi,

Vu le Code Général des Collectivités Territoriales, notamment l'article L.5211-10,

Vu la délibération DEL2022_018 du 1^{er} mars 2022 portant délégation de pouvoir du Conseil au Bureau et au Président de la Communauté d'Agglomération du Cotentin - Modification n°3,

Vu la délibération n°2017-123 du 29 juin 2017 relative à la prise de compétence « Enseignement Supérieur et Recherche »,

Vu la délibération n°DEL2019_057 du 27 juin 2019 relative au Schéma Local de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche du Cotentin,

Par ces motifs, le Bureau communautaire a délibéré pour :

(Pour : 24 – Contre : 0 – Abstention : 0)

- **Co-financer**, dans le cadre des actions du SLESR, la thèse EGACIM au laboratoire universitaire GREYC, à hauteur de 50 000 € sur trois ans,
- **Signer** la convention d'allocation de subvention entre la Communauté d'Agglomération du Cotentin, la COMUE et le GREYC,
- **Dire** que les crédits afférents sont inscrits dans le cadre du budget 2022, article 6574, ligne de crédit n°78639,
- **Autoriser** le Président ou son délégataire à signer toute pièce nécessaire à l'exécution de la présente décision,

- **Dire** que la présente décision peut faire l'objet d'un recours auprès du tribunal administratif de Caen (par voie postale au 3 rue Arthur Leduc 14000 Caen ou par voie dématérialisée via l'application « Télérecours citoyens » sur le site www.telerecours.fr) dans un délai de deux mois à compter de sa transmission au représentant de l'Etat et de l'accomplissement des formalités de publicité requises.

Le Président,

David MARGUERITTE

**BUREAU COMMUNAUTAIRE DU
24 MARS 2022**

Le jeudi 24 Mars Deux Mille Vingt Deux, à 14 heures 30, le Bureau de la Communauté d'Agglomération du Cotentin, dûment convoqué, s'est réuni en visioconférence, sous la présidence de Monsieur David MARGUERITTE, Président de la Communauté d'Agglomération du Cotentin.

Nombres de Membres : 34

Nombres de présents : 29

Nombre de votants : 29

A l'ouverture de séance

Présents : Monsieur Benoît ARRIVE (départ avant le vote des décisions de Bureau), Monsieur Yves ASSELINE, Monsieur Stéphane BARBE, Madame Nicole BELLIOU-DELACOUR, Madame Catherine BIHEL, Monsieur Éric BRIENS, Madame Christèle CASTELEIN, Monsieur Arnaud CATHERINE, Monsieur Jacques COQUELIN, Monsieur Alain CROIZER, Monsieur Olivier DE BOURSETTY, Monsieur Daniel DENIS, Monsieur Antoine DIGARD, Madame Martine GRUNEWALD, Monsieur Dominique HEBERT (départ avant le vote des décisions de Bureau), Madame Sylvie LAINE (départ avant le vote des décisions de Bureau), Monsieur Jean-François LAMOTTE, Monsieur Jean-René LECHATREUX (départ avant le vote de la décision n°B020_2022), Monsieur David LEGOUET, Monsieur Frédéric LEQUILBEC, Monsieur Patrick LERENDU, Monsieur Edouard MABIRE, Madame Manuela MAHIER (départ avant le vote de la décision n°B020_2022), Monsieur David MARGUERITTE, Madame Véronique MARTIN-MORVAN, Monsieur Jean-Pierre MAUQUEST, Madame Evelyne MOUCHEL, Madame Anna PIC, Madame Odile THOMINET.

Excusés : Monsieur Sébastien FAGNEN, Monsieur Philippe LAMORT, Monsieur Ralph LEJAMTEL, Monsieur Jean-Pierre LEMYRE, Madame Françoise LEROSIGNOL.

 <p>RÉGION NORMANDIE</p>	<p>RIN DOCTORANTS 50% APPEL A MANIFESTATION D'INTERET 2022 Dossier de candidature</p>									
 <p>Cofinancé par l'Union européenne avec le fonds européen de développement régional (FEDER)</p>	<p>Thème : Recherche et Innovation</p> <table border="1" data-bbox="384 600 1551 831"> <tr> <td data-bbox="384 600 676 645">Objectif stratégique</td> <td data-bbox="681 600 1551 645">Pour une économie normande dynamique, attractive et innovante</td> </tr> <tr> <td data-bbox="384 651 676 696">Mission</td> <td data-bbox="681 651 1551 696">Accompagner la recherche et l'innovation, levier de développement économique</td> </tr> <tr> <td data-bbox="384 703 676 748">Territoire</td> <td data-bbox="681 703 1551 748">Normandie</td> </tr> <tr> <td data-bbox="384 754 676 831">Type d'aide</td> <td data-bbox="681 754 1551 831">Subvention</td> </tr> </table>		Objectif stratégique	Pour une économie normande dynamique, attractive et innovante	Mission	Accompagner la recherche et l'innovation, levier de développement économique	Territoire	Normandie	Type d'aide	Subvention
Objectif stratégique	Pour une économie normande dynamique, attractive et innovante									
Mission	Accompagner la recherche et l'innovation, levier de développement économique									
Territoire	Normandie									
Type d'aide	Subvention									

Par ce dispositif, la Région soutient de jeunes chercheurs préparant une thèse et désirant obtenir un doctorat d'Université :

- Financement de thèse à 100%
- Co-financement de thèses à 50% :
 - hors projet éligible au dispositif national CIFRE
 - sous réserve de l'inscription du cofinancement régional dans le plan de financement initial, dans le cadre d'un dépôt de projet à l'ANR (AAPG 2021...)

Les doctorants financés par la Région devront être employés par Normandie Université et participer à des actions de CSTI

Ce dossier de candidature ne concerne pas les doctorants intégrés dans le cadre d'une demande de soutien régional au titre du dispositif « RIN Recherche ».

Cette annexe constituera notamment un support dans le cadre de l'expertise des sujets par les pôles de la COMUE Normandie Université.

Informations utiles pour le porteur de projet :

Où faire parvenir votre dossier de candidature ?	Le laboratoire ou le directeur de thèse dépose le dossier de candidature avant le 8 décembre 2021 sur la plateforme de la ComUE Normandie Université.
Qui doit transmettre le dossier de demande d'aide final?	La COMUE Normandie Université , fera remonter les dossiers à la Région.
Contact Région Normandie	dispositifsESRI@normandie.fr
Contact ComUE Normandie Université	recherche@normandie-univ.fr

Merci de bien vouloir préciser le type de financement du projet envisagé :

- allocation doctorale 100%
- allocation doctorale 50%

Liste des pièces à joindre :

- Le présent dossier de candidature, renseigné et signé**
- pour les allocations cofinancées, une attestation du cofinancier** indiquant sa non-éligibilité au dispositif CIFRE

Si le candidat est identifié au moment du dépôt :

- Un curriculum-vitae détaillé du candidat.** En cas de rupture dans le cursus universitaire, donner une explication
- Un courrier du candidat** explicitant ses motivations à poursuivre une thèse de doctorat

Si le candidat n'a pas été identifié au moment du dépôt, le CV et le courrier du candidat ainsi que les éléments d'appréciation du candidat seront à transmettre dans les meilleurs délais par la COMUE Normandie Université.

A l'issue son expertise, le pôle de la COMUE Normandie Université devra fournir à la Région l'évaluation de chaque sujet de thèse présenté

PRESENTATION DU PROJET DE THESE

Intitulé du projet de thèse :

Equations aux Dérivées Partielles Sur Graphes pour l'Apprentissage et la Classification de données :
Applications pour l'Aide à la Décision en Imagerie Médicale

Acronyme du projet : EGACIM_____

Réseau(x) d'Intérêts Normand(s) concerné(s) (RIN) :

- Normandie Energies et Matériaux
 Normandie Humanités et Société
 Normandie Biomédicale et Chimie
 Normandie Terre et Mer
 Normandie Digitale

Le projet s'inscrit dans la stratégie de spécialisation intelligente (S3) du Programme Opérationnel régional FEDER-FSE/IEJ Normandie 2021-2027 :

Domaine(s) de spécialisation concerné(s) :

- Préserver et transformer durablement les ressources agricoles, marines, sylvicoles et les systèmes de production
 Développer un mix énergétique vers zéro émission carbone
 Transformer les process pour une industrie performante, durable et digitale
 Développer de nouvelles solutions de mobilités bas-carbone efficaces et sécurisées
 Accélérer les synergies et l'innovation au service d'une médecine 5P humaine et animale
 Faire de la Normandie un territoire résilient par la maîtrise des risques technologiques, naturels, sanitaires et sociaux

Pôle de formation et de recherche : Sciences du Numérique (SN)

Ecole doctorale : Ecole doctorale Mathématiques, Information, Ingénierie des Systèmes (MIIS)

Laboratoire d'accueil : GREYC, UMR CNRS 6072_____

Equipe de recherche : Image

Adresse :

N° - Libellé de la voie : _6, Boulevard Maréchal Juin, CS 45053

Code postal : |1|4|0|5|0| Commune : Caen Cedex4

Nom du directeur de thèse : ELMOATAZ BILLAH

Avec le co-encadrement de Sophie Schûpp (MCF, GREYC) et les collaborations de 2 médecins pathologistes de l'Hôpital Pasteur de Cherbourg (CHPC) : Marie Rossato, Hubert Elie.

Téléphone : |0|2|3|1|4|5|2|7|0|7| ; |0|6|7|6|0|8|4|0|0|6|
Fixe Mobile

Mél : abderrahim.elmoataz-billah@unicaen.fr

Nom du candidat (si identifié) : candidat non encore identifié.

Téléphone : |_|_|_|_|_|_|_|_|_|_| ; |_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|
Fixe Mobile

Mél : _____

DESCRIPTION DU PROJET DE THESE

Période d'exécution du projet : du 01/01/2022 au 31/03/2022 (Aucune thèse ne pourra débuter après le 31 décembre 2022)

Description du projet (3 pages maximum) : Objectifs, contexte, bibliographie, perspectives

Contexte

Dans de nombreux domaines scientifiques et pour différentes applications, des données massives sont quotidiennement collectées ou générées à partir de diverses sources : Internet, imagerie numérique, maillages 3D ou nuages de points 3D, bases de données d'images ou de maillages, réseaux sociaux, réseaux biologiques, etc. Ces données de grandes dimensions avec des structures complexes ou irrégulières, sont directement générées ou peuvent être modélisées sous forme de graphes ou de fonctions à valeurs scalaires ou vectorielles définies sur des graphes. Il y a donc une demande et un intérêt croissant pour le traitement et l'analyse de ces données. Cela débouche actuellement sur une intense activité de recherche pour le développement de nouvelles méthodes de traitement et d'analyse de données définies sur des graphes et pour l'extension vers les graphes de méthodes et de concepts classiques utilisées en traitement du signal et de l'image.

Actuellement, pour l'analyse de données massives, un grand intérêt est apporté à l'étude et à l'utilisation des modèles variationnels et des Equations aux Dérivées Partielles (EDPs) sur graphes. On peut citer par exemple les équations type p-laplacien ou laplacien infini sur graphes, l'équation de mouvement par courbure moyenne ou les modèles variationnels faisant intervenir les concepts de périmètre sur graphes comme la régularisation non locale par « total variation » ou le modèle de Mumford-Shah. Ces modèles sont utilisés avec succès pour résoudre d'une manière unifiée des problèmes inverses aussi bien en traitement local ou non local des images, en traitement d'images sur nuages de points 3D qu'en analyse de données massives sur des graphes de topologie arbitraire.

Le projet **EGACIM** s'inscrit dans la continuité de nos travaux sur les Equations aux Dérivées Partielles sur graphes et leurs applications.

Objectifs

Les objectifs scientifiques sont les suivants :

- Développements et études théoriques de nouveaux modèles de traitement et d'analyse de données sur graphes faisant intervenir certaines types d'équations de types Hamilton-Jacobi sur Graphes : **l'équation Eikonale** et des **équations de propagation de fronts** par courbure moyenne sur Graphes.
- Développement et étude de nouveaux algorithmes de résolution de ces équations pour l'apprentissage semi-supervisée ou non supervisée en vue de la classification de tout type de données pouvant être représentées sous forme de graphes ou de fonctions sur graphes.
- Applications des méthodes et algorithmes développés pour exploiter des Datamasses provenant de l'imagerie microscopique grands champs pour l'aide à la décision en imagerie médicale microscopique et particulièrement en pathologie cancéreuse. Nous proposons d'offrir pour les médecins et les pathologistes de nouvelles méthodes et des outils d'analyse et de classifications de noyaux cellulaires basés sur les EDPs sur Graphes
- Ce projet est proposé dans le cadre d'une collaboration de longue date par deux partenaires : **le laboratoire GREYC** et **le Hôpital Pasteur de Cherbourg en Cotentin (CHPC)**. Le but de la partie applications est de proposer aux médecins et aux pathologistes des outils de quantification modernes et fiables susceptibles de les assister valablement dans le contexte du dépistage, de l'amélioration du diagnostic et de l'aide au suivi thérapeutique des cancers. C'est un domaine d'application majeur qui devient très compétitif, vu les enjeux en terme d'économies de santé et de qualité des soins et en terme de valorisations économiques. Nous souhaitons accompagner voire d'anticiper les besoins, en proposant également des ouvertures technologiques innovantes pour répondre aux enjeux médicaux et socio-économiques ainsi qu'aux perspectives de marché dans le domaine de la pathologie numérique et de la « e-cancérologie ».

Les partenaires disposent d'un certain nombre d'atouts pour mener à bien ce travail de thèse. On peut mentionner :

- Un projet de thèse dans la continuité travaux de recherches à caractère pluridisciplinaire (médecins pathologistes, informaticiens et traiteur d'images et de données), dont la finalité est de fédérer un ensemble

de compétences Normandes dans le domaine de la santé.

Différents équipements d'acquisition de "lames virtuelles" permettant de numériser d'énormes quantités de lames microscopiques en cytologie et histologies. **A titre d'exemple en « cytologie du col de l'utérus », nous disposons au CHPC de 10000 lames numérisées, chaque lame peut contenir plus 200000 objets cellulaires.** Pour le cancer du sein, nous disposons de grandes bases d'images microscopiques d'histologie annotées.

Une antenne de l'équipe image au sein du CHPC avec des pathologistes, des médecins et des biotechniques. Voir le site de l'antenne <https://chpc.greyc.fr/> pour un résumé de nos travaux et projets.

Des travaux de recherches sur le traitement et l'analyse des lames virtuelles bénéficiant d'un contexte régional, national et international très favorable autour des problématiques de Santé. Ils ont été développés lors de plusieurs thèses cofinancées par l'association Cœur-Cancer de Cherbourg et la Région Normandie.

Un domaine d'applications avec un fort potentiel de valorisation industriel qui s'est traduit par :

- Le dépôt de plusieurs API.
- Des licences exploitées par des entreprises régionales.
- Le co-portage et la co-fondation de trois Start-ups issues de nos travaux de recherches : DATEXIM (2011, Imagerie médicale), EASYID(2017, traçabilité et lutte anti-contrefaçon) et NORM3D (2020, Nuages de points 3D pour l'Industrie à Distance, le BIM et le Patrimoine3D).

-
-

Le projet de thèse

Le thème général du projet de thèse est autour des Equations aux Dérivées Partielles Sur Graphes pour l'apprentissage et la Classification de données et leurs applications pour l'aide à la décision en imagerie médicale

Il comportera un volet « théorique » et un volet applications

Dans le volet méthodologique, on propose d'explorer deux points:

- Développements et études théoriques de certains types d'équations de types Hamilton-Jacobi sur Graphes : **l'équation Eikonale** et des **équations de propagation de fronts** faisant intervenir la notion de courbure moyenne sur Graphes. L'étude concernera donc l'existence, l'unicité, leurs limites continues et leurs liens avec les modèles non locaux continus. Dans la continuité de nos récents travaux sur les équations type p-laplacien sur graphes [1], [2] et d'une manière analogue, l'objectif est d'établir et de caractériser les limites continues des problèmes d'évolution associés à l'équation Eikonale et l'équation de courbures moyenne non-locales sur graphes. La question naturelle est alors d'étudier la structure des solutions du problème discret et d'en établir la limite continue. En combinant des outils issus de la théorie des graphes, des équations d'évolution non-linéaires, nous proposons de donner une interprétation rigoureuse à la limite continue du problème de ces équations discrètes sur graphes. Nous proposons également d'étudier la convergence des solutions de la suite des problèmes discrétisés vers la solution du problème d'évolution continu lorsque le nombre des nœuds du graphe tend vers l'infini.
- Développement de nouveaux algorithmes de classifications de données pour l'apprentissage semi-supervisé ou non supervisé basée sur la diffusion sur graphes. Récemment, Il y'a un grand intérêt pour l'utilisation des EDPs pour résoudre des problématiques liées à la classification et à l'apprentissage [3], [4], [5],[6][7]. Nous proposons d'utiliser des EDPs de type Hamilton-Jacobi pour l'apprentissage et de faire une comparaison algorithmique avec d'autres modèles d'équations d'évolutions sur graphes pour l'apprentissage comme le Laplacien, le p-laplacien ou le games p-laplacien sur graphes [8],[9][10].

Pour le volet applicatif, les principaux défis que doit relever cette thèse sont :

- Adapter les algorithmes développés une tâche de donnée d'analyse ou de reconnaissance pour balayer les très grandes images issues de lames virtuelles microscopiques.
- Il n'est pas question de se substituer à l'expert humain, il s'agit de lui fournir une aide sous la forme de conseils de régions d'intérêts. De ce point de vue, les algorithmes devront incorporer une dose d'adaptation à chaque utilisateur. En effet les pathologistes ont différentes stratégies d'exploration. Le scénario proposé est de faire un léger réapprentissage piloté par chaque pathologiste afin de ne pas bouleverser sa stratégie personnelle d'exploration des images.
- Détecter et reconnaître des événements rares en cytopathologie cancéreuses ou non. Comme les « coloicytes » en cytologie ou les mitoses en histologie

L'apprentissage semi-supervisé pour une application à l'analyse d'images médicales est donc la piste à suivre. En effet, l'adaptation à l'utilisateur final ne peut se faire avec des bases de données annotées de grande taille. Par contre l'utilisateur peut raisonnablement, pointer quelques régions, suite à quoi l'adaptation du système global doit être effectuée.

Il s'agit ici également dans ce volet applicatif d'exploiter et d'enrichir une plateforme (**CellIA**) contenant une grande variété d'opérateurs de traitement d'analyse d'images, de classification d'objets cellulaires, d'annotations, construction de base d'apprentissage de visualisation, etc. Cette plateforme est composée principalement d'une large classe d'opérateurs sous forme d'EDPs sur Graphes qui peuvent être utilisés pour le filtrage, la segmentation d'images ou la classification semi-supervisée ou non supervisées de bases de données.

Quelques références liées au sujet de la thèse

- [1] Hafiene, Y., Fadili, J. M., Chesneau, C., & Elmoataz, A. (2020). Continuum limit of the nonlocal p-Laplacian evolution problem on random inhomogeneous graphs. *ESAIM: Mathematical Modelling & Numerical Analysis*, 54(2).
- [2] Hafiene, Y., Fadili, J. M., & Elmoataz, A. (2019). Continuum limits of nonlocal p-Laplacian variational problems on graphs. *SIAM Journal on Imaging Sciences*, 12(4), 1772-1807.
- [3] J. Calder, B. Cook, M. Thorpe, and D. Slepčev. Poisson Learning: Graph based semi-supervised learning at very low label rates. *Proceedings of the 37th International Conference on Machine Learning, PMLR*, 119:1306--1316, 2020
- [4] L. Bungert, J. Calder, and T. Roith. Uniform Convergence Rates for Lipschitz Learning on Graphs. *arXiv preprint*, 2021
- [5] J. Calder, D. Slepčev, and M. Thorpe. Rates of convergence for Laplacian semi-supervised learning with low labeling rates. *arXiv preprint*
- [6] Desquesnes, X., Elmoataz, A., & Lézoray, O. (2013). Eikonal equation adaptation on weighted graphs: fast geometric diffusion process for local and non-local image and data processing. *Journal of Mathematical Imaging and Vision*, 46(2), 238-257.
- [7] Elmoataz, A., Toutain, M., & Tenbrinck, D. (2015). On the p-Laplacian and ∞ -Laplacian on graphs with applications in image and data processing. *SIAM Journal on Imaging Sciences*, 8(4), 2412-2451.
- [8] Desquesnes, X., & Elmoataz, A. (2017). Nonmonotonic Front Propagation on Weighted Graphs With Applications in Image Processing and High-Dimensional Data Classification. *IEEE Journal of Selected Topics in Signal Processing*, 11(6), 897-907.
- [9] Elmoataz, A., Lozes, F., & Toutain, M. (2017). Nonlocal pdes on graphs: From tug-of-war games to unified interpolation on images and point clouds. *Journal of Mathematical Imaging and Vision*, 57(3), 381-401.
- [10] M. Toutain, A. Elmoataz, X. Desquesnes, A Unified Geometric Model for Virtual Slide Image Processing and Classification, *IEEE Journal of Selected Topics in Signal Processing*, pp 151-160, 2016

Thématique détaillée au regard de l'insertion dans un ou plusieurs RIN

Le thème général du projet de thèse est autour des Equations aux Dérivées Partielles Sur Graphes pour l'apprentissage et la classification de données de grandes dimensions et leurs applications pour l'aide à la décision en imagerie médicale Il comportera un volet « théorique » et un volet applications.

De part don volet méthodologique sur l'étude de certaines équations de Hamilton Jacobi sur Graphes pour le traitement d'images et l'analyse de différents types de données structurées ou non, **il s'insère parfaitement dans le RIN Normandie Digitale.**

Les EDPs type Hamilton-Jacobi ont trouvé des applications dans de nombreux domaines comme la mécanique des fluides, la géométrie algorithmique, le traitement d'images, la vision par ordinateur, l'infographie ou encore la science des matériaux. Cependant, à notre connaissance à part l'adaptation de l'équation Eikonale non stationnaire que nous avons proposée récemment, ces nouvelles méthodes n'ont jamais été utilisées pour l'analyse et le traitement de

données définies sur des graphes de topologie arbitraire. L'application de ces équations pour la classification et la navigation dans de grandes bases de données médicales est également inédite.

Cette thèse en collaboration avec l'Hôpital Pasteur de Cherbourg sera co-encadrée par deux Médecins pathologistes (H. Elie, M. Rossato). L'un des objectifs de la partie applications est de proposer aux médecins et aux pathologistes des outils de quantification modernes et fiables susceptibles de les assister valablement dans le contexte du dépistage, de l'amélioration du diagnostic et de l'aide au suivi thérapeutique des cancers. Le projet peut également s'insérer dans le **RIN Normandie Biomédicale et chimie**.

Actions prévues dans le cadre de la diffusion de la Culture Scientifique, Technique et Industrielle (CSTI) :

Organisation de conférences Internationales et nationales

En 2008, j'ai co-créé une conférence internationale ICISP avec des collègues Marocais et Canadien. J'ai co-organisé 7 éditions dont les actes ont été publiés en LNCS Springer. J'ai organisé 3 éditions en France (Cherbourg) Pour les deux dernières éditions voir : <http://icisp2014.greyc.fr/> » <http://www.icisp-conf.org/>

Je compte organiser en 2023 la 8^{ème} édition sur Cherbourg de cette conférence.

En 2008 j'ai créé une journée culture numériques (JNCN). Journée ouverte grand public et aux collégiens au travers des ateliers sur le numérique. J'ai co-organisé 3 éditions sur Cherbourg en 2008 et 2014 et 2018. Les 2 dernières éditions ont été ouvertes par des conférences exceptionnelles de **Cedric Villani , médaille Field de Mathématiques**, et **serge Haroche , Prix Nobel de Physique**. Le programme et la nature des conférences et ateliers sur le numérique peut être consulté à l'adresse : <https://jncn2018.greyc.fr/>

Je compte organiser en Février 2022 la 4^{ème} édition, au Lycée Tocqueville à Cherbourg.

Collaborations industrielles.

Nous avons en cours des collaborations industrielles avec une entreprise de la région. Cette collaboration a abouti à 2 licences logicielles dans le domaine de l'imagerie médicale.

Un projet de laboratoire en commun avec cette entreprise est en cours d'élaboration, il sera soumis à l'ANR en 2022.

Mots-clés :

Equations aux Dérivées Partielles, Graphes, Apprentissage, Traitement classification d'images et de données, Aide à la décision, Imagerie microscopique, pathologie numérique

Experts récusés :

Nom, Unité(s) de recherche, Ville(s)

APPRECIATION DU PROJET ET DU CANDIDAT

Le candidat a-t-il été identifié au moment du dépôt du dossier ?

- Oui
 Non

Si non, indiquer uniquement les avis concernant le projet de thèse

Avis motivé du directeur de thèse sur la recherche envisagée en ce qui concerne les objectifs scientifiques et technologiques poursuivis et leur place dans les orientations de recherche du laboratoire d'accueil :
(Cet avis est obligatoire avant tout dépôt sur la plateforme COMUE)

Les Equations aux Dérivées Partielles sur Graphes pour Le traitement et l'analyse d'images et de données massives récoltées est un des axes de recherche majeur de l'équipe image du GREYC UMR CNRS 60723. L'équipe a été pionnière et s'est investie depuis plusieurs années dans ce domaine de recherche en plein essor et en cours de structuration aussi bien au niveau national qu'au niveau international.

Cet investissement et les applications dans deux important domaines qui sont la Santé et la valorisation du Patrimoine culturel a permis d'ores et déjà de réaliser plusieurs projets scientifiques et de valoriser ces travaux de recherches par la co-fondation de 3 start-ups. On peut mentionner quelques projets récents ou en cours:

- Les projets ANR : GRAPHSIP sur le traitement des signaux sur graphes, les 2 projets ANR en cours SUMUM et IMG sur la valorisation du patrimoine 3D.
- Le projet Européen NoMADS sur les méthodes nonlocales d'analyse de données en cours.
- Les projets en cours MIDIPATH (imagerie médicale en collaboration avec une entreprise régionale) et le projet Guide muséal (patrimoine 3D) en collaboration avec le LITIS et le musée de la tapisserie de Bayeux.
- Le co-portage et la co-fondation de 3 start-up , DATEXIM (2011), EASYID (2017) et NORM3D (2020).

Le projet **EGACIM** vise à étudier de nouveaux modèles de traitement et d'analyse pour l'apprentissage et la classification. La partie applications vise à valoriser des données massives d'images issues de l'imagerie médicale microscopique. Ce projet de thèse s'inscrit parfaitement dans les thèmes phares du laboratoire, les applications dans le domaine de la santé sont pleinement en phase avec les priorités régionales et nationales.

Pour ces raisons, je donne un avis très favorable.

Avis du directeur d'unité sous l'angle des thématiques de recherche du laboratoire :
(Cet avis est obligatoire avant tout dépôt sur la plateforme COMUE)

Christophe ROSENBERGER
Directeur
Laboratoire GREYC



Avis motivé du directeur de l'Ecole doctorale :
(Cet avis est obligatoire avant tout dépôt sur la plateforme COMUE)

Avis de la COMUE Normandie Université, précisant le classement du projet par RIN :

RENSEIGNEMENTS CONCERNANT LE OU LES DIRECTEUR(S) DE THESE ETRE TITULAIRE DE L'HDR

1. Docteurs ayant soutenu depuis 2013 :

NOM prénom	% d'encadrement et nom du co- directeur ou co- encadrant	Type d'allocation ^A	Date d'inscription	Date de soutenance	Insertion Professionnelle ^B	Publications ou brevets ^C
LOZES François	100%	Région 100%	Octobre 2012	Janvier 2015	2020 : Co- fondateur et directeur général de la Start-up NORM3D en 2020 2016 : ATER à l'UCBN 2017-2019 : Post- doctorant au GREYC, UCBN 2019 : Intégration de Normandie Incubation, Caen	- Elmoataz, F. Lozes, M. Toutain, 2017, JMIV- -M. Touttain, A. Elmoataz, F. Lozes, A. Mansouri, 2016, JMIV - F. Lozes, A. ELMOATAZ, O. Lézoray, 2015, IEEE SPM F. Lozes, A. ELMOATAZ, O. Lézoray, 2014, IEEE Transaction on IP
Touttain Mathieu	100%	Région 50% Cofinanceur: association Coeur-cancer de Cherbourg.	Octobre 2012	Décembre 2015	Ingénieur de Recherche dans une Start-up Normande depuis 2016.	-Elmoataz, F. Lozes, M. Toutain, 2017, JMIV- - A.Sadi, A. Elmoataz, M. Touttain, SIV, 2016 - M. Touttain, A. Elmoataz, F.

HFIENE YOSRA	50% co- encadrement 50% Jala Fadili	Contrat ANR, projet GRAPHSIP	Octobre 2015	Decembre 2018	2019 : ATER en mathématiques 2020 : ATER en Mathématiques	- A. Elmoataz, M. Touttain, D.Tenbrinck, 2015, SIAM J.I.S, -Yosra, Hafiene, Jalal M. Fadili, Christophe Chesneau, and Abderrahim Elmoataz., 2020, ESAIM: (M2AN), - Y. Hafiene, M.J. Fadili, A. Elmoataz, 2019 SIAM J.I.S - Y. Hafiene, J. Fadili , A. Elmoataz, 2018, SIAM J.N.A	
EL BOUCHAIRI IMAD	50% Co-encadrement 50% par Jalal Fadili	Région 100%	Janvier 2018	- El Bouchairi, I. E., Fadili, J., & Elmoataz, A., 2020, <i>arXiv preprint</i> <i>arXiv:2010.08697</i> . - El Bouchairi, I., El Moataz, A., & Fadili, J., 2020, (June). ICISP 2020..			

A : Etablissement, Région 50% et co-financeur, Région 100%, CIFRE, salarié, Contrat, CEA, CNRS, INSERM, INRA, Entreprise...

B : Indiquer année par année les différents postes occupés (fonction, établissement ou entreprise) et connus à ce jour

C : Indiquer la liste des auteurs, l'année, la revue en abrégé

2. Doctorants en cours de formation :

AMITTOZ AZAD	50%, co-encadrement 50% Julien Rabin	Contrat ANR, SUMUM	Novembre 2018	A. Amitoz, J. Rabin, A. Elmoataz, 2020, Preprint
MARGERIE REDON	50% Co-encadrement 50% Yvan Quéaux	CONTRAT ANR IMG	Octobre 2021	

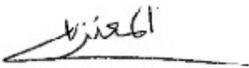
A : Etablissement, Région 50% en précisant le co-financeur, Région 100%, salarié, Europe, CIFRE, Contrat, CEA, CNRS, INSERM, INRA, Entreprise...

B : Indiquer la liste complète des auteurs, l'année, le nom de la revue en abrégé

Il a bien noté :

- 1) que le Conseil Régional de Normandie n'est à aucun titre employeur ou co-employeur ;
- 2) que le Conseil Régional de Normandie soutient cette opération au titre du soutien aux allocations doctorales de recherche en versant une subvention à la COMUE Normandie Université en charge des allocations doctorales ;
- 3) que le Conseil Régional de Normandie se réserve le droit de revoir le versement de la subvention s'il s'avérait que les travaux de thèse d'un ou d'une doctorant(e) ne présentaient pas les orientations définies dans le présent dossier ;
- 4) que le ou la candidat(e) s'engage à consacrer plusieurs jours par an à des actions de culture scientifique, technique et industrielle, coordonnées par la COMUE Normandie Université, la Région Normandie ou l'un de ses partenaires ;
- 5) que l'octroi d'une subvention par la Région ne constitue pas un droit pour le demandeur.

Signature du Directeur de thèse



**Signature du Directeur
de l'Ecole Doctorale**

Signature du directeur de Laboratoire

Christophe ROSENBERGER
Directeur
Laboratoire GREYC



**Signature du Président
de la COMUE Normandie Université**