

Modélisation Mathématique et simulation NUMérique

M²NUM

203

203.5



204

20.6

20.4



Le Projet

Le coeur de ce projet porté par le LMI (INSA Rouen) est constitué par la modélisation mathématique de problèmes issus de diverses applications. Le point de départ de ce projet fut le projet exploratoire e@olin (PEPS, Labex AMIES) sur l'étude des champs de vent. Initié par ce champ applicatif, **M²NUM** a vu le jour en 2014 (initialement validé pour un an, avant d'être redéposé en 2015 et validé pour une durée de 4 ans - **Région Normandie et FEDER**-), se généralisant à de nombreuses autres thématiques et applications. Les nouvelles modélisations proposées ont été considérées via l'utilisation d'équations aux dérivées partielles : il s'agit d'un champ d'investigation fort au sein de la Normandie, pleinement en phase avec la Stratégie de Recherche et d'Innovation basée sur une Spécialisation Intelligente, le pôle *Science du Numérique* de Normandie Université ou encore le Réseau d'Intérêt Normand *Normandie Digitale* via les axes suivants du projet :

- **Imagerie** : segmentation et recalage pour l'imagerie médicale et les systèmes embarqués.
- **Energies** : éolienne (optimisation, approximation des champs de vent,...) et autres énergies.
- **Eco-mobilité** : contrôle, modélisation et simulation de la mobilité intra-urbaine et du réseau routier.
- **Physique** : Matériaux à changements de phase.

Dans ce projet, nous avons établi des résultats novateurs (existence/unicité d'une solution, étude de convergence, contrôle, homogénéisation) et développé des codes de calcul qui ont été appliqués sur des données réelles issues de domaines variés (médecine, énergie, trafic routier, isolation des bâtiments...) et mis à disposition de la communauté. Des liens avec le centre de calcul du CRIANN ont permis de paralléliser certains codes de calcul afin d'exploiter les gros volumes de données à traiter.

Nous proposons ainsi des démonstrateurs et des outils accessibles à la communauté.

Les champs applicatifs potentiels concernent :

- Intelligence artificielle et imagerie médicale – Energies renouvelables ;
- Modélisation déterministe et stochastique, contrôle et fiabilité, Trafic routier ;
- Simulations et performance numérique, en lien avec le centre de calcul du CRIANN.
- Approximation de gros volumes de données.

Des financements de thèse, postdocs, ingénieurs de recherches et stages ingénieurs ont largement contribué au projet M²NUM.

L'effet levier du projet s'est concrétisé via des projets ANR retenus, des recrutements, des publications et communications, l'organisation de conférences et des invitations de chercheurs internationaux en Normandie.

M²NUM



OBJECTIFS DU PROJET

Les objectifs du projet étaient liés à des avancées tant en recherche fondamentale qu'en recherche technologique. Les applications concrètes sont clairement identifiées, ainsi que les conséquences attendues de ce projet à destination :

- des entreprises,
- du secteur académique,
- de la Normandie dans son ensemble.

PUBLICATIONS & CONFERENCES

Trois options sont mises en place :

- Articles dans des revues internationales,
- Communications orales et murales dans des conférences internationales,
- Communications au niveau national.

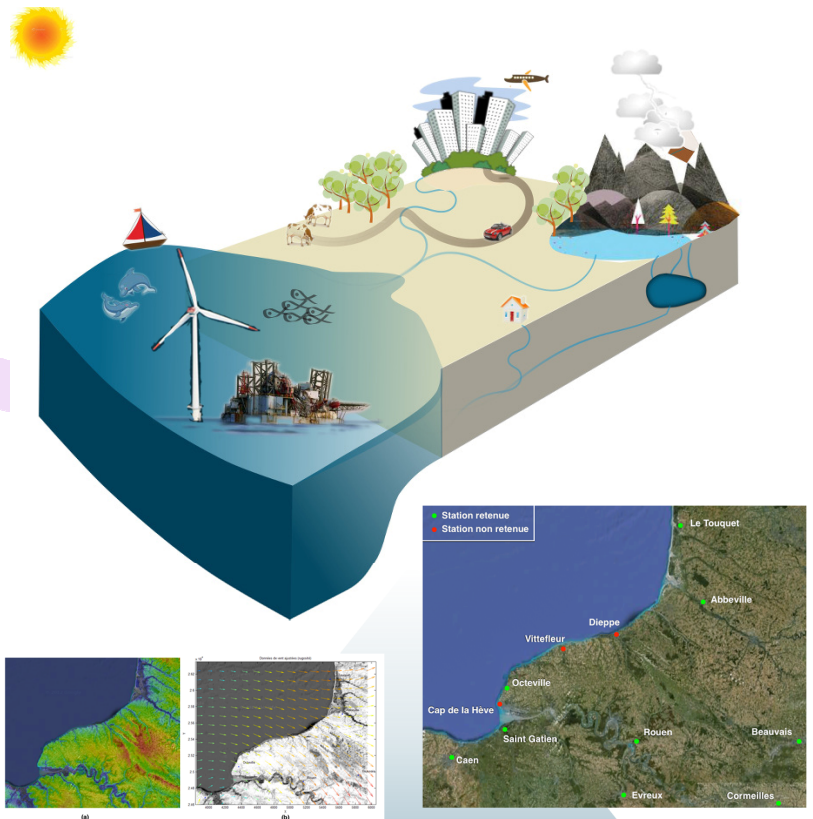
Le projet M²NUM s'est vu décerner un Premier Prix lors de la conférence Curves and Surfaces. Il a engendré de nombreuses publications, et des conférences et journées scientifiques organisées en Normandie ont obtenu un succès incontestable.

CONFERENCES

Chaque année, des journées et workshops ont été organisés dans le cadre de M²NUM, avec la venue de chercheurs internationaux :

- Conférences HPC-Calcul parallèle.
- Conférences Imagerie : en collaboration avec les Fédération de recherche CNRS Normandie Mathématiques et NormaStic, le GDR IG et le Labex AMIES.
- Journées Trafic routier.
- Journées SMAI – Industrie sur le thème de l'Energie.

UN CONTINUUM TERRE-MER



LE PROJET e@lin avec le Labex AMIES

Approximation d'un champ de vent
à partir de données ponctuelles

Le projet e@lin a été développé en lien fort avec le projet M²NUM. Il s'agit d'un projet exploratoire financé par le Labex AMIES du PIA, en liaison avec La Compagnie du Vent - ENGIE. Il s'est révélé comme étant moteur dans la mise en place du projet M²NUM.



Agence pour les mathématiques
en interaction avec l'entreprise et
la société

AMIES (<http://www.agence-maths-entreprises.fr>)

Des recrutements sur les thèmes du projet

<p>Antoine Tonnoir (MCF LMI INSA, 2016)</p>	
<p>Zoé Lambert (IR LMI INSA, 2019)</p>	
<p>Maria Kazakova (MCF LMI INSA, 2019)</p>	

ZOOM SUR LES ENTREPRISES et STRUCTURES DE RECHERCHE QUI NOUS FONT CONFIANCE

SIEMENS GAMESA

En lien avec le CORIA, simulation numérique des effets de sillage et tourbillons au niveau des pales

CEREMA

Imagerie à partir d'images haute résolution et trafic routier

CORIA

Simulation numérique

IRSEEM

Systèmes embarqués

ENGIE – La Compagnie du Vent

Approximation des champs de vent, visualisation des données.

INRIA EPI MAGIQUE3D

Imagerie sismique et simulation numérique

LMI [Porteur du projet]

Imagerie, éolien, trafic routier
Modélisation et simulation numérique.

Labex AMIES

Projet e@lin, en lien avec La Compagnie du Vent.

AREELIS

Matériaux à changements de phase

ORANGE

Etude de la régulation thermique des armoires de télécommunication

LITIS

Imagerie médicale et systèmes embarqués

LMAH

EDP

LMRS

Imagerie et Matériaux à changements de phase

TOTAL

Imagerie sismique 3D. En lien avec l'EPI MAGIQUE3D (INRIA Bordeaux Sud Ouest)

Bilan du projet M²NUM - <http://lmi2.insa-rouen.fr/~m2num>

➤ Développement des Relations Internationales :

- **UK** : Cambridge University (Imagerie, Equipe C. Bibiane-Schönlieb).
- **Etats-Unis** : UC Los Angeles (L. Vese).
- **Mexique** : UNAM et CIMAT (M. Moreles, P. Gonzalez, D. Cervantes...)
- **Italie** : Roma (E. Carlini, trafic routier)
- **Turquie** : BAU (L. Rada, imagerie)

➤ 6 soutenances de thèse

➤ **38 publications** dans des revues internationales

➤ **51 communications lors de conférences** internationales

➤ **Effet levier de M²NUM** pour d'autres projets:

- Projet **ECOS** Nord avec le Mexique
- **ANR ICUB** : LITIS (porteur), LE2I, Stereolabs, Peugeot PSA (Velizy)
- **ANR Qute-HPC** (2019-2022, incluant des membres du LMI)
- **ANR PRCI** avec la Turquie (en évaluation phase II)
- Contrat de recherche **LMI / Siemens Gamesa** (2019)
- Projet Emergenc-e (CH Evreux, parcours du patient, IA, imagerie : segmentation et recalage) – Appel **e-santé**
- These **CIFRE** soumise avec le CEREMA et *Routes de France*.

Les participants au projet...

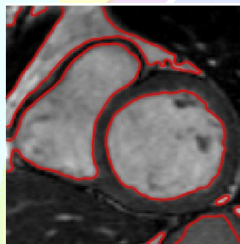


Les chercheurs du projet M²NUM

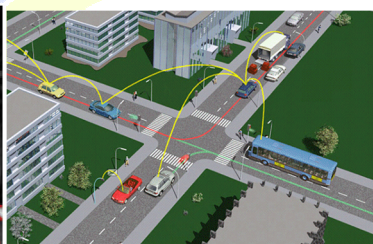
Enseignants chercheurs et chercheurs :

- LMI (10) : I. Ciotir, A. Draux, R. El Assoudi, N. Forcadel, C. Gout, A. Hamdi, M. Kazakova, C. Le Guyader, A. Tonnoir et A. Zakharova.
- LMRS (7) : I. Danaila et l'équipe EDP du LMRS.
- LITIS (4) : S. Ainouz, A. Benshair, C. Petitjean, S. Ruan.
- CEREMA (2) : C. Fauchard, R. Antoine.
- CORIA (3) : G. Lartigue, V. Moureau, P. Bénard.
- LMAH (1) : D. Manceau.
- IRSEEM (1) : R. Khemmar.

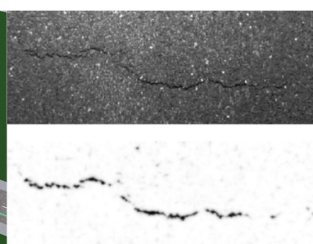
ainsi que des doctorants, stagiaires, ingénieurs de recherche, postdocs, projets de fin d'études du département Génie Mathématique et des collaborateurs extérieurs au projet.



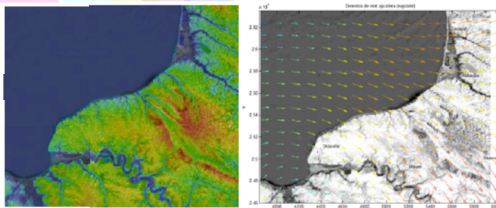
Medical imaging



Road traffic simulation



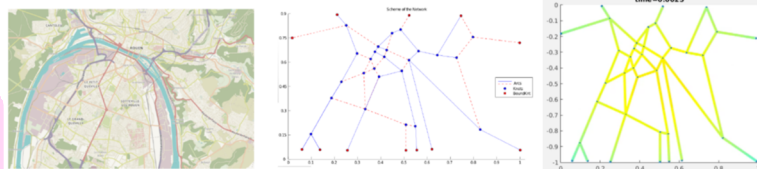
Micro faults detection



Wind field approximation & Turbulent flow around the wind turbine



Road traffic modelling



RENSEIGNEMENTS :

Nicolas Forcadel (nicolas.forcadel@insa-rouen.fr)

Christian Gout (christian.gout@insa-rouen.fr)

Carole Le Guyader (carole.le-guyader@insa-rouen.fr)

Ionut Danaila (ionut.danaila@univ-rouen.fr)

Administration (INSA) : Sandra Hague – Christelle Vandepitte – Vincent Arnoux et Estelle Deilhou.

<http://lmi2.insa-rouen.fr/~m2num>

Co-financeurs :

RÉGION
NORMANDIE



UNION EUROPEENNE

Membre de

GRUPE
INSA

Institut National
des Sciences Appliquées



Normandie Université

Financiers institutionnels



MINISTÈRE
DE L'ÉDUCATION NATIONALE,
DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE



RÉGION
NORMANDIE



métropole
rouennaise



UNION EUROPEENNE



INVESTISSEMENTS
D'AVENIR

INSA Rouen

Campus du Madrillet

685 avenue de l'Université – BP 08

76801 SAINT-ÉTIENNE-DU-ROUVRAY cedex, France

www.insa-rouen.fr

