

Cette fiche permettra de présenter le projet et son avancement de façon très synthétique sur le site web de l'ANR. Les auteurs autorisent l'ANR à publier le contenu de ce résumé sur son site web ou sur d'autres supports.

Cette communication vise un public scientifique large, il faut donc privilégier une rédaction pédagogique et éviter les explications visant uniquement les spécialistes du domaine.

S'aider de l'exemple fourni.

Identification du projet

Acronyme	BECASIM
Titre	Simulation numérique avancée pour les condensats de Bose-Einstein
Programme – Edition	Modèles Numériques - 2012
Référence ANR	ANR-12-MONU-0007
Contact coordinateur (Nom, partenaire, mél)	Ionut DANAILA, Université de Rouen, partenaire Rouen-Paris, ionut.danaila@univ-rouen.fr
Partenaires (société, organismes, labos)	Partenaire Rouen-Paris : Laboratoire de Mathématiques Raphaël Salem, Université de Rouen, UMR CNRS 6085 Laboratoire Jacques-Louis Lions, Université Pierre et Marie Curie, UMR CNRS 7598 Centre de Mathématiques Appliquées, Ecole Polytechnique, UMR CNRS 7641 Centre d'Enseignement et de Recherche en Mathématiques et Calcul Scientifique, Ecole des Ponts ParisTech Partenaire Nancy-Metz : Institut Elie Cartan de Lorraine, Université de Lorraine, UMR CNRS 7502 LORIA, Inria-Nancy Grand-Est Partenaire Lille : Laboratoire Paul Painlevé, Université Lille 1, UMR CNRS 8524 Inria-Lille Nord-Europe Partenaire Montpellier : Institut de Mathématiques et de Modélisation de Montpellier, Université Montpellier 2, UMR CNRS 5149
Date de début	01/01/2013
Date de fin	31/12/2016
Pôles de compétitivité	-
Coût complet	889 848 euros
Aide ANR	787 346 euros
Site web	http://becasim.math.cnrs.fr/
Date de mise à jour de ce document	11/06/2013

Titre d'accroche du projet (1 ligne)

Comprendre par la simulation numérique la matière condensée à très basse température

Sous-titre / Argument du projet (2 à 4 lignes)

La formidable cohérence de la matière condensée à des températures proches de zéro absolu laisse présager des applications qui pourront révolutionner la technologie de demain. Le projet vise l'exploration numérique de ce type de systèmes (comme le condensat de Bose-Einstein) pour comprendre des configurations difficiles à étudier expérimentalement.

Titre de la partie Enjeux & objectifs (1 ligne)

Etablir un nouvel état de l'art pour la simulation de condensats de Bose-Einstein.

Enjeux & objectifs (20 lignes max)

L'objectif de notre projet est d'établir un nouvel état de l'art dans le domaine des méthodes numériques et du calcul haute performance pour la simulation de condensats de Bose-Einstein. Il répond à trois besoins importants dans ce domaine, formulés aussi bien par les

physiciens que les mathématiciens théoriciens : d'analyser mathématiquement les méthodes existantes, de développer de nouvelles méthodes d'ordre élevé et de les mettre en œuvre dans des codes de calcul fiables et flexibles, exploitant les architectures parallèles modernes. Comme il existe actuellement très peu de codes dans ce domaine, capables de simuler des configurations tridimensionnelles (3D) et de vraies expériences physiques, notre projet est unique en France et, certainement, dans le monde entier. La finalité du projet sera de fournir aux physiciens et aux mathématiciens des codes de calcul numérique 3D haute performance pour étudier différentes configurations dans la condensation de Bose-Einstein.

Titre de la partie Méthodes / Approches (1 ligne)

Modélisation mathématique, analyse mathématique et calcul numérique

Méthodes / Approches (20 lignes max)

Le projet combine la modélisation mathématique, l'analyse numérique et le calcul scientifique dans un programme de travail cohérent auquel participeront 20 mathématiciens, chercheurs permanents, regroupant 4 partenaires (9 laboratoires différents). L'équipe de recherche inclut 5 ingénieurs de recherche, spécialistes en calcul haute performance, qui vont activement contribuer à l'effort de programmation. La partie application du projet se déroulera en collaboration avec des physiciens, spécialistes dans le domaine de la matière condensée, et en particulier avec le nouveau [Centre Européen pour les Mathématiques, la Physique et leurs Interactions, Lille](#).

Résultats (20 lignes max)

Après 6 mois d'activité, le projet a été mis en place et les tâches prévues pour cette période ont été abordées, avec des avancées dans (1) le développement théorique de nouvelles méthodes ; (2) l'écriture d'un premier code de calcul pour le calcul parallèle (OpenMP, MPI, GPU). Deux articles ont été acceptés, deux sont soumis, et deux sont en préparation. Le site web du projet a été réalisé.

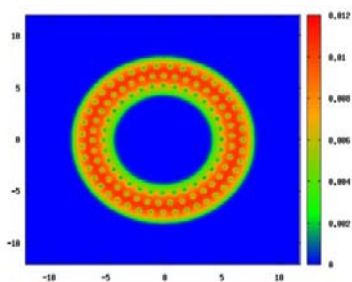
Perspectives (10 lignes max)

Continuer le déroulement du projet avec le même rythme soutenu.

Productions scientifiques et brevets (10 lignes max)

- 1) Computational methods for the dynamics of the nonlinear Schrödinger/Gross-Pitaevskii equations, X. Antoine, W. Bao, C. Besse, Computer Physics Communications, article invité.
- 2) Particle-Based Anisotropic Surface Meshing, Z. Zhong, X. Guo, W. Wang, B. Lévy, F. Sun, Y. Liu and W. Mao, ACM Transactions on Graphics (special issue ACM SIGGRAPH 2013 conference proceedings), à paraître.
- 3) Robust and efficient preconditioned Krylov spectral solvers for computing the ground states and dynamics of fast rotating and strongly interaction Bose-Einstein condensates, X. Antoine and R. Duboscq, soumis.
- 4) Analysis of time-splitting scheme for a class of random partial differential equations, R. Duboscq, R. Marty, soumis.

Illustration



Simulation d'un condensat en rotation rapide, avec formation de tourbillons quantiques. Un premier résultat avec le nouveau code parallèle (OpenMP).
Crédits : projet Becasim.