

## Chaire de professeur junior-Fiche projet type

**Établissement/organisme porteur** : CY Cergy Paris Université

Nom du chef d'établissement/d'organisme : François Germinet

Région académique : Versailles

**Établissements/organismes partenaires** : CNRS

**Nom du projet** :

Systèmes quantiques hors équilibre : thermodynamique, hydrodynamique.

**Mots-clés** :

Thermodynamique hors équilibre ; Hydrodynamique généralisée. Trempe quantique. Intrication. Etats tensoriels

**Durée visée** : 3 ans

**Thématique scientifique** : Physique statistique/ physique mathématique

**Section (s) CNU/CoNRS/CSS correspondante (s)** : 29

**Stratégie d'établissement** :

CY Cergy Paris Université (CYU) déploie une stratégie d'excellence et d'internationalisation de sa recherche, notamment au travers de l'ISITE CY Initiative, avec l'ESSEC et le CNRS. Pour se faire, elle a mis en œuvre une politique RH ambitieuse de post-docs longue durée et de chaires académiques, notamment à l'international, afin d'accroître son attractivité dans ses domaines phares de recherche. Ces outils font d'ores et déjà l'objet d'une large appropriation par les laboratoires de recherche de l'université.

En particulier, CYU a pour ambition de devenir un acteur de premier rang dans le paysage national et international de la complexité globale et du design de solutions durables adaptés aux enjeux de la société. Cette ambition s'appuie notamment sur le développement d'une expertise de haut niveau en physique théorique, des systèmes quantiques hors équilibre et de leurs développements avuls comme l'informatique quantique.

Cette demande de chaire s'inscrit ainsi pleinement dans la stratégie de l'université et de l'ISITE CY Initiative et viendra notamment renforcer les liens institutionnels créés en particulier avec Singapour (Majulab CNRS) et l'Université de Ljubljana, partenaire de CY Cergy Paris Université dans l'alliance EUtopia.

### **Stratégie du laboratoire d'accueil :**

Les principaux piliers de la mécanique statistique à l'équilibre ont été établis il y a plus d'un siècle, fournissant une base solide pour la compréhension de la nature. Cependant, aujourd'hui, la plupart des domaines scientifiques sont confrontés à une question urgente et non résolue : obtenir une description complète et prédictive des systèmes à plusieurs corps hors équilibre. Les dispositifs et les matériaux quantiques sont désormais en cours de réalisation dans le monde entier.

La problématique de description des systèmes quantiques hors équilibre thermodynamique, par des méthodes analytiques et numériques sophistiquées, représentent un axe stratégique majeur du développement scientifique du Laboratoire de Physique Théorique et Modélisation (LPTM – UMR CNRS 8089) depuis plusieurs années. Cet axe, articulé originellement sur le cas spécifique des systèmes intégrables, s'est développé grâce au recrutement au CNRS de Andrea De Luca. Puis l'ouverture vers les systèmes quantiques de matière condensée s'est concrétisée par le recrutement PR de Dima Kovrizhin. L'opportunité de recruter un des meilleurs spécialistes mondiaux de l'approche du sujet par les méthodes dites de l'hydrodynamique généralisée motive cette proposition de chaire CPJ. Les nouveaux aspects méthodologiques du projet sont essentiels à la construction d'un pôle du LPTM, faisant de celui-ci un acteur et reconnu en France et à l'international. Entre autres cet axe est au cœur d'une collaboration de recherche avec le groupe de Tomaz Prosen à Ljubljana, qui sera renforcée.

### **Résumé du projet scientifique :**

Lorsque des interactions fortes et des effets quantiques importants sont présents dans les systèmes physiques quantiques, leur analyse et leur résolution présentent des problèmes majeurs, alors que c'est exactement dans ces régimes que nous voulons traquer de nouvelles phases de la matière. L'évolution quantique unitaire produit inexorablement des corrélations à longue portée sous la forme de l'intrication quantique, et la quantité d'information nécessaire pour décrire la dynamique augmente généralement de façon exponentielle avec le temps. Il est raisonnable de considérer que cette information n'est pas pertinente pour la description de la physique locale. Pourtant, à l'heure actuelle, il n'existe pas une méthode complète et générique permettant de gérer cette complexité. D'autre part, l'intrication quantique ne représente pas qu'un simple défi informatique, mais également un aspect fondamental au cœur des futurs ordinateurs, cryptages et communications quantiques. Il est alors clair qu'une compréhension profonde des mécanismes de production de l'intrication quantique, de la façon dont elle peut être manipulée, et de la façon dont elle est mélangée avec la production d'entropie classique est d'une importance capitale. C'est l'objectif de ce projet.

### **Résumé du projet d'enseignement :**

La problématique de recherche proposée, autour de la notion de thermodynamique hors équilibre et d'hydrodynamique généralisée, amène naturellement à une déclinaison au niveau formation en M1, M2 et filières ingénieur (CY Tech), et ce en deux blocs de formation : un bloc théorique d'introduction aux notions nouvelles du sujet, et à leur élaboration théorique ; un bloc méthodologique incluant les aspects numériques pointus caractéristiques de l'approche du domaine: états tensoriels et états factorisés. Signalons que ces méthodes sont en fait d'application beaucoup plus large, donc représentent un volet autonome de la formation. La notion d'intrication quantique est par ailleurs fondamentale dans cette technique et sera donc développée préalablement et séparément.

### Synthèse financière :

La répartition du budget pour un projet pionnier de recherche fondamentale en physique théorique, sur 3 ans, est donnée ci-dessous:

- Salaire CPJ : 68k€/an = 204k€
- RH contractuels : 3 années de contrat doctoral, ca. 3x40 = 120 k€
- Fonctionnement : 3x26,6 k€ soutien recherche fondamentale = 80 k€

Total financé sur CPJ (dont package ANR)	365 000€
CY Cergy Paris Université (complément salaire CPJ)	39 000€
Package CNRS (financement thèse + délégation CNRS)	150 000 E
Total du projet	554 000€

### Diffusion scientifique :

Projet de recherche fondamentale, la diffusion scientifique s'effectuera par des publications dans des revues scientifiques à comité de lecture de très haut niveau, et par des communications orales (conférences internationales, workshops, séminaires).

### Science ouverte :

Ce projet respectera bien entendu les principes posés par la communauté internationale de la recherche académique: publications dans des revues open access, dépôt des travaux sur les archives nationales Hal et internationales arxiv et éventuellement Orcid, (celle-ci très fortement suggérée par certains financeurs européens), présentation des travaux dans des conférences et workshops.

La problématique d'accès ouvert aux données est moins critique que dans des domaines de recherche plus appliquée ou plus « aval ».

**Science et société :**

Projet de recherche fondamentale se prêtant peu à une communication grand public.

**Indicateurs :**

Le suivi sera à la fois informel, de proximité, et assez « continu » typique d'un laboratoire de taille moyenne fortement intégré.

S'agissant d'un projet de recherche fondamentale le suivi « recherche » s'effectuera via l'indexage des publications ACL dans des revues de très haut niveau pertinentes pour le domaine, et via les obtentions de contrats sur AAP nationaux/internationaux (ANR, ANR Internationaux, ERC, ...). Le DU du laboratoire est le référent naturel pour cet aspect. Une recherche en physique théorique étant par essence imprévisible, aucune prévision quantitative ne peut être proposée, l'évaluation par la communauté internationale du domaine s'effectue précisément par les réponses apportées à l'ensemble des propositions du lauréat (publications soumises, contrats sollicités).

Le suivi inclura également un aspect "coaching" par un référent EC sur des thématiques d'enseignement non nécessairement familières de prime abord à un lauréat recruté en priorité sur le volet recherche. Il en ira de même sur le volet administratif.

Le point officiel au bout de 3 ans sera fait en Conseil de laboratoire, préalablement à l'évaluation statutaire du comité de titularisation ; il tiendra essentiellement compte du suivi réalisé au cours de l'exécution du programme