

## AGIR

### Appel à projet Grenoble Innovation Recherche

### Document de soumission

Dépôt des dossiers sur le site : <https://applicationform.grenoble-inp.fr/AGIR2013>

**Date limite de dépôt : 21 janvier 2013 – 13 h 00**

Téléchargement : [Intranet Grenoble INP](#) (rubrique recherche et valorisation | appels à projets)  
ou [Intranet UJF](#)

Suivi administratif : [AGIR@ujf-grenoble.fr](mailto:AGIR@ujf-grenoble.fr)

Nom et prénom du responsable scientifique	STUTZ Anne
Laboratoire demandeur	LPSC
Laboratoire(s) ou équipe(s) partenaire(s)	
<b>Titre du projet</b>	StereoPro
Durée du projet (en mois)	12
Mots-clés (5 max.)	Neutrinos stériles, Oscillations neutrino réacteur

<b>Pôles scientifiques et thématiques</b> Cocher le(s) rattachement(s)	<input type="checkbox"/>	MSTIC / MISS
	<input type="checkbox"/>	SMINGUE/Sciences pour l'ingénieur
	<input type="checkbox"/>	SMINGUE/Terre, univers, environnement
	<input type="checkbox"/>	SMINGUE/Matière et rayonnement, nanophysique
	<input checked="" type="checkbox"/>	SMINGUE/Physiques des particules et hautes énergies
	<input type="checkbox"/>	CSVSB
	<input type="checkbox"/>	SHS

### Demande de moyens : trois formules possibles exclusives

Cocher la demande correspondante

<input checked="" type="checkbox"/>	<b>Pack 1</b>	Fonctionnement (crédits de fonctionnement, missions, petits équipements)
<input type="checkbox"/>	<b>Pack 2</b>	Allocation de recherche + fonctionnement
<input type="checkbox"/>	<b>Pack 3</b>	Mois de post-doctorants + fonctionnement

Avis et signature du  
directeur du laboratoire  
demandeur

  
Serge KOX  
Directeur du LPSC

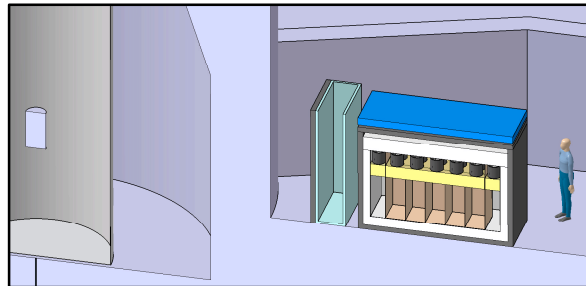
**Avis très favorable.** Ce projet a un fort potentiel de physique et permettra au laboratoire de renforcer ses synergies avec le Grand Instrument Grenoblois qu'est l'ILL. Il se situe aussi pleinement dans le contexte scientifique du LABEx ENIGMASS dont le LPSC est co-porteur. Cette action AGIR permettra une action rapide, bien identifiée et cruciale pour permettre au projet de tenir ses délais.

### Contexte scientifique

La découverte des oscillations neutrino est un résultat majeur de ces dernières années en physique des particules. Les neutrinos, particules les plus abondantes de l'univers, existent en trois saveurs. Leurs transformations d'une saveur à l'autre, durant leur propagation, a démontré qu'ils avaient des masses non nulle. Un travail récent publié par le CEA-Irfu a révélé une anomalie dans la détection des neutrinos de réacteurs suggérant l'existence d'un neutrino stérile. Ce nouveau neutrino pourrait n'être observé que par son mélange avec les trois neutrinos connus. Si elle est prouvée, l'existence d'un neutrino stérile serait une découverte majeure, avec un fort impact en physique des particules et en cosmologie. La motivation du projet Stéréo est la recherche de cette particule par la mise en évidence d'une oscillation de neutrinos à très courte distance auprès du réacteur de recherche de l'ILL.

Le point de départ de l'hypothèse du neutrino stérile est une réévaluation des spectres d'émission des neutrinos émis par la fission des isotopes de l'uranium et du plutonium conduisant à une augmentation de quelques pour cent du flux de neutrinos émis par un réacteur. Une nouvelle analyse des 19 expériences publiées sur les neutrinos de réacteurs à courte distance (10-100 m) conduit à un déficit moyen de 7% par rapport à cette nouvelle prédiction. C'est ce qu'on appelle l'anomalie des neutrinos de réacteur, qui pourrait s'expliquer par l'existence d'un nouvel état du neutrino. Cette hypothèse est renforcée par une anomalie similaire dans la détection des neutrinos issus de sources bêta intenses et les paramètres de mélange les plus probables sont  $\sin^2(2\theta) = 0,17 \pm 0,04$  et  $\Delta m^2 = 2,3 \pm 0,1 \text{ eV}^2$ . Ils correspondent à une longueur d'oscillation de l'ordre du mètre pour les antineutrinos de quelques MeV émis par les réacteurs.

L'objectif de l'expérience Stéréo est la recherche du neutrino stérile par l'observation de cette oscillation auprès du réacteur de recherche de l'ILL. Le principe de détection des antineutrinos est la décroissance bêta inverse. La cible du détecteur est un scintillateur dopé au Gd afin de signer la capture du neutron par la cascade de gammas associée (8 MeV). Le volume est



segmenté en 5 cellules de 1.0m x 1.0m x 0.4m alignées dans la direction du cœur du réacteur et entourées par une couronne externe remplie d'un scintillateur liquide non dopé permettant de détecter les gammas qui s'échappent. La signature de l'oscillation est une diminution du nombre d'interactions d'antineutrinos variable selon l'énergie des neutrinos et la distance du cœur à laquelle ils sont détectés. Elle sera pleinement exploitée par l'analyse de la forme du spectre détecté dans les différences cellules. Le site de l'ILL combine les avantages d'un cœur très compact (<1m), d'un combustible hautement enrichi en  $^{235}\text{U}$ , ce qui supprime les effets d'évolution du combustible sur la forme du spectre émis, et d'un accès à une très courte distance du cœur du réacteur (8m). L'arrêt prolongé du réacteur de l'ILL prévu de mi-2013 à mi-2014 permettra un aménagement spécifique de la casemate dans laquelle il est envisagé d'installer le détecteur Stereo. Le flux de rayons cosmiques y est réduit par une couverture existante de béton et une forte épaisseur d'eau. Le détecteur sera néanmoins protégé de ce flux résiduel ainsi que des neutrons et gammas en provenance du cœur par une succession de blindages actifs et passifs.

Avec un contour d'exclusion couvrant entièrement le domaine d'existence du neutrino stérile avec un niveau de confiance de 99%, Stereo offre un fort potentiel de découverte.

### Objectif du projet

Le programme scientifique de Stereo concerne la conception, la fabrication et la mise en oeuvre d'un détecteur d'anti-neutrinos à courte distance du réacteur de recherche de l'ILL. Les moyens nécessaires à la réalisation des détecteurs et à l'aménagement du site ont fait l'objet d'une proposition dans le cadre de l'appel à projet blanc de l'ANR édition 2013. Le calendrier proposé a pour objectif de conserver la concomitance entre l'installation de la casemate et l'arrêt exceptionnellement long du réacteur prévu de mi-2013 à mi-2014. Les premières pièces du premier blindage seront mises en place dès mars 2014. Une fois celles-ci installées, l'installation se poursuivra durant l'année 2014. La prise de données, prévue pour début 2015, doit durer un an et demi. Le calendrier présenté pour l'installation et la sensibilité de la mesure offrent un potentiel de découverte élevé à Stereo. Mais, pour satisfaire ces délais, les étapes de conception de certaines tâches doivent démarrer avant le financement par l'ANR. C'est le cas du détecteur de muon cosmique et de l'électronique du détecteur

qui sont deux tâches dont le LPSC a la responsabilité. L'objectif de cette demande est le financement des prototypes qui permettront de tester les idées nouvelles et de les valider afin de faire émerger le projet Stereo. Le soutien financier de l'ANR permettra d'assurer la fabrication du détecteur Stereo.

### **Méthodologie**

**Le détecteur veto muon** - Afin de limiter la masse calorifique de l'ensemble du dispositif Stereo, il est envisagé de réaliser un détecteur Cherenkov à eau d'environ 20 cm d'épaisseur recouvrant le blindage de Stereo. Ce détecteur doit avoir une efficacité au muon de plus de 95%, ce qui nécessite de bonnes propriétés de collection de lumière. Des études par simulations basées sur le programme GEANT 4 seront faites durant le premier semestre 2013, puis validées par des tests prototype avant fin 2013.

**Budget demandé (16 k€)** : réalisation prototype 10 k€ + purification de l'eau 5 k€ + 1k€ stage M1

**Data Acquisition**- Le système d'acquisition des données de Stereo est basé sur la lecture rapide des signaux des photomultiplicateurs (PMT) par des convertisseurs analogique-numérique rapides (500MHz/12bits) et un FPGA moderne offrant un traitement rapide en ligne. La conception de cette électronique dédiée est en cours de développement au LPSC, la réalisation des premiers prototypes est prévue pour mai 2013.

**Budget demandé (10 k€)**

### **Personnels impliqués au LPSC**

**Physiciens** : S. Kox (DR, 11%), F. Montanet (Pr, 22%), J.S. Réal (DR, 25%) , A. Stutz (CR, 33%)

**Service Détecteur et Instrumentation** : M. Heusch (IE, 22%)

**Service Electronique** : C. Vescovi (IR, 25%), D. Toures (IE, 25%), G. Marcotte(19%)

### **Résultats attendus**

Le développement des prototypes demandés dans le cadre de cet appel à projets doit permettre de valider avant la fin de l'année 2013, les choix techniques envisagés par le LPSC pour le détecteur de muons de l'expérience Stereo d'une part, et la réalisation d'un prototype de la carte électronique frontale d'autre part.

### **Partenariats**

Le financement demandé dans le cadre de cet appel à projet ne concernant que le LPSC, il n'y a pas de partenaires à proprement parlé. Néanmoins cette demande se situe dans le cadre du projet Stereo dont les partenaires sont cités ci-dessous. Outre la très grande expérience dans la physique des neutrinos de réacteur de tous les partenaires, on notera la synergie autour de ce projet de 2 laboratoires Grenoblois l'ILL et le LPSC et de 2 laboratoires du labex ENIGMASS le LAPP et le LPSC.

- LPSC - Grenoble : Laboratoire de Physique Subatomique et de Cosmologie
- ILL - Grenoble : Institut Laue Langevin
- LAPP - Annecy : Laboratoire d'Annecy de Physique des Particules
- CEA/Irfu - Saclay : Institut de Recherche sur les Lois Fondamentales de l'Univers
- MPIK – Heidelberg : Max Planck Institut für KernPhysik
- Université de Casablanca, CNESTEN – Maroc

### **Situation du projet dans le contexte local national et international**

La mise en évidence d'un déficit moyen du flux de neutrinos détectés à courte distance (10-100m) d'un réacteur par rapport aux prédictions a suscité un regain d'intérêt et d'activité dans la thématique des neutrinos stériles. Un livre blanc rédigé début 2012 par l'ensemble des physiciens travaillant dans le domaine présente les aspects théoriques et expérimentaux liés aux neutrinos stériles. Une quinzaine de projets expérimentaux susceptibles de débusquer ces neutrinos stériles ont été présentés. Dans le secteur des neutrinos électroniques, ils se répartissent en deux classes : les expériences auprès de réacteurs et les expériences avec sources. Parmi les expériences auprès de réacteurs, Stereo a pris les devants ces derniers mois en faisant d'importants pas en avant dans la formation de la collaboration, l'identification des ressources, la caractérisation du site et la conception du détecteur. Une autre proposition, SOLID, utilisant une technique brevetée de détection des neutrons devrait être déposée à l'ILL. La seconde classe d'expériences concerne les expériences avec source de neutrino intense. Le principe est d'introduire une source beta intense, à l'intérieur ou proche d'un des grands détecteurs de neutrino tels que Borexino ou Kamland. Les échéances en temps sont les mêmes que pour Stereo.

Les avantages du réacteur de l'ILL, l'implication de son personnel technique et physicien, la proximité et la synergie avec le LPSC sont des atouts majeurs pour ce projet et lui donne une grande visibilité locale. La synergie de 2 laboratoires partie prenante d'ENIGMASS est également un atout important.