

AGIR

Appel à projet Grenoble Innovation Recherche Année 2014

Document de soumission

Dépôt des dossiers sur le site : <https://applicationform.grenoble-inp.fr/AGIR2014>

Date limite de dépôt : Lundi 25 novembre 2013 à 14 h 00

Téléchargement (*ouvrir votre navigateur au préalable*) :

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

ou [Intranet UJF](#)

Suivi administratif : AGIR@ujf-grenoble.fr

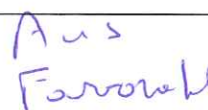
Nom et prénom du responsable scientifique	STUTZ Anne
Laboratoire demandeur	LPSC
Laboratoire(s) ou équipe(s) partenaire(s)	
Titre du projet	StereoAlloc
Durée du projet (en mois)	36
Mots-clés (5 max.)	Neutrinos stériles, Oscillation neutrino réacteur

Pôles scientifiques et thématiques Cocher le(s) rattachement(s)		MSTIC / MISS
		SMINGUE/Sciences pour l'ingénieur
		SMINGUE/Terre, univers, environnement
	X	SMINGUE/ Matière, nanophysique, physique des deux infinis
		CSVSB
		SHS

Demande de moyens : trois formules possibles exclusives

Cocher la demande correspondante

	Pack 1	Fonctionnement (crédits de fonctionnement, missions, petits équipements)
X	Pack 2	Allocation de recherche + fonctionnement
	Pack 3	Mois de post-doctorants + fonctionnement (pôle MSTIC uniquement)

Avis et signature du directeur du laboratoire demandeur	 Serge KOX Directeur du LPSC
---------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

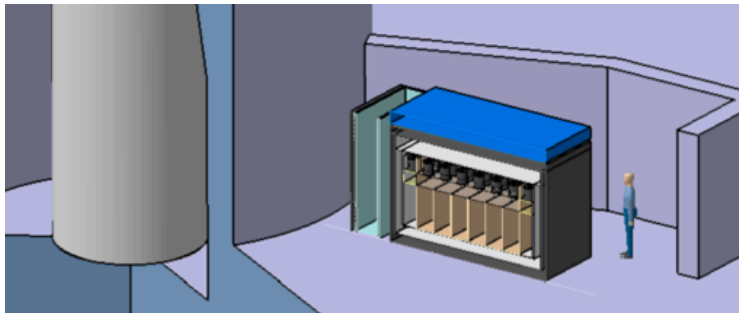
Dossier scientifique : StereoAlloc

Contexte scientifique

La découverte des oscillations de neutrinos, c'est à dire leur transformation d'une saveur à une autre, est un résultat majeur de ces dernières années en physique des particules car elle a permis de démontrer que les neutrinos avaient des masses non nulles. Un travail récent publié par le CEA-Irfu a révélé une anomalie dans la détection des neutrinos de réacteurs suggérant l'existence d'un nouveau type de neutrino, le neutrino stérile. Ce nouveau neutrino pourrait alors 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 Stereo 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 anti-neutrinos de quelques MeV émis par les réacteurs.

L'objectif de l'expérience Stereo 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 désintégration 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 6 cellules de 0.9 m x 0.9 m x 0.4 m 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 (<1 m), d'un combustible hautement enrichi en ^{235}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 (9 m). 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. 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. L'essentiel des moyens nécessaires à la réalisation des détecteurs et à l'aménagement du site a été obtenu suite à 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 blindage seront mises en place dès l'été 2014. Une fois celles-ci installées, l'installation se poursuivra durant l'année 2014. La prise de données est prévue pour début 2015, et doit durer un an et demi. De par le calendrier présenté pour l'installation de l'expérience et de par la sensibilité de la mesure, l'expérience Stereo présente un fort potentiel de

découverte dans un laps de temps court qui correspond à celui d'une thèse. L'objectif de cette demande est le financement d'une bourse de thèse pour une période couvrant l'intégralité du projet, de l'installation du détecteur à l'analyse physique des données. Cette thèse offre ainsi l'opportunité d'une formation complète dans le domaine de la physique des particules, de la fabrication du détecteur à l'analyse physique des données en passant par la maîtrise des outils de simulation de la communauté.

Méthodologie

Dans le cadre de ce projet, le LPSC a la responsabilité du détecteur de muon cosmique, du système d'injection de lumière, de l'électronique et du système d'acquisition de l'expérience. L'étudiant en thèse sera donc impliqué dans les parties expérimentales du projet dont le LPSC à la charge, mais aussi dans tous les aspects importants du projet du fait de la situation géographique du LPSC vis à vis de l'ILL. Le LPSC a également pris une part active dans l'étude des bruits de fond, en participant à plusieurs campagnes de mesure sur site avec des détecteurs Germanium et ^3He . Ce travail mérite d'être poursuivi plus en détail pour l'étude du bruit de fond, dont la maîtrise est un élément clé du succès de l'expérience. Il constituera une partie du travail de thèse, de même que l'analyse des données.

Budget demandé : allocation de 3 ans pour une thèse, 5 k€ d'équipement informatique et missions.

Personnels impliqués au LPSC

Physiciens : S. Kox (DR, 11%), J. Lamblin (MCF, 50%), F. Montanet (Pr, 22%), J.S. Réal (DR, 25%), A. Stutz (CR, 33%)

Ensemble des services du laboratoire : Service Détecteur et Instrumentation, Service Electronique, Service Informatique, Service mécanique

Résultats attendus

L'étudiant en thèse va permettre de renforcer l'équipe de physiciens sur le projet Stereo, l'objectif étant de confirmer ou d'infirmer l'existence d'une nouvelle oscillation de neutrinos à très courte distance d'un réacteur à la fin de la thèse.

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 fur KernPhysik
- Université de Casablanca

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 caractérisation des bruits de fond et l'optimisation des blindages. 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.

- **Co-financement du projet**

L'allocation pour une thèse de trois ans demandée dans le cadre de cet appel à projet n'est pas financée par ailleurs. Le projet Stereo est quant à lui financé à hauteur de 990 k€ par l'ANR. La part revenant au LPSC est de 244 k€ pour le financement du détecteur veto muon, de l'ensemble de l'électronique et de l'acquisition de données. Le financement obtenu correspond à 85 % de la demande pour l'ensemble du projet et 100% pour la part du LPSC.

Partenaire (s)	Montant	Demandé / Obtenu

- **Pack 2 et 3**

Pack 3 : uniquement pour le pôle MSTIC

Description synthétique (1 page) des travaux de thèse ou du post-doctorat envisagés.

La thèse proposée couvrira toute la durée de l'expérience Stereo, depuis la construction jusqu'à l'analyse finale des données. Les travaux de thèse concerneront plusieurs aspects. Tout d'abord, l'étudiant en thèse participera activement à l'installation du détecteur à l'ILL et à la mise en place des outils d'acquisition, de gestion et d'analyse des données brutes. Il contribuera à la caractérisation des performances du détecteur en comparant les premières données enregistrées aux simulations Monte Carlo sous GEANT4.

La maîtrise du bruit de fond étant un aspect primordial pour la réussite de l'expérience, une partie importante de la thèse sera consacrée à la compréhension des différentes composantes de bruit de fond et à leur rejection. En plus des données de Stereo, ces études s'appuieront, d'une part, sur des simulations Monte Carlo et, d'autre part, sur des mesures sur site avec des détecteurs de neutrons (compteurs ^3He) et de gammas (Germanium). Il est également envisagé d'assurer un suivi du bruit de fond neutron au niveau de la casemate où le détecteur Stereo sera installé à l'aide d'un détecteur de neutrons annexe. L'étudiant en thèse pourra, par exemple, prendre la responsabilité de ce suivi.

L'étudiant en thèse s'impliquera enfin à différents niveaux de l'analyse des données depuis l'analyse des données brutes jusqu'à la recherche d'une éventuelle oscillation de neutrinos. Pour cette dernière analyse, un axe de travail envisagé sera la mise en place d'une analyse des spectres en énergie mesurés par maximum de vraisemblance profilée (Profile Likelihood) en remplacement de la méthode par Chi^2 actuellement utilisée. Les paramètres d'intérêt seront la différence de masse et l'angle de mélange des neutrinos. Cette méthode permettra d'interpréter les observations soit en terme de limite d'exclusion, soit en terme de contour de découverte, tout en tenant compte des différentes erreurs systématiques expérimentales et théoriques via les paramètres de nuisance.