Contribution aux exercices de prospective nationale 2020-2030

Détecteurs et instrumentation associée

DETECTEURS INFRAROUGE GRAND FORMAT BAS BRUIT – LARGE ARRAY LOW NOISE INFRARED DETECTORS

Auteur principal

Nom : Aurélia Secroun

Affiliation : Centre de Physique des Particules de Marseille (CPPM)

Email et coordonnées : secroun@cppm.in2p3.fr – 04 91 82 72 15

Co-auteurs (inclure aussi les collaborateurs internationaux si existants)

Rémi Barbier, IP2I

Jean-Claude Clémens, CPPM

William Gillard, CPPM

Éric Kajfasz, CPPM

*Contribution à rédiger en français ou en anglais et à envoyer à PROSP2020-GT08-COPIL-L@IN2P3.FR avant le **1er novembre 2019***

1. Informations générales

Titre : Détecteurs Infrarouge Grand Format Bas Bruit

Acronyme : *(optionnel)*

Résumé *(max. 600 caractères espaces compris)*

Dans un contexte de demande croissante en infrarouge pour l'observation spectroscopique et en imagerie de l'Univers, l'expertise acquise par les laboratoires CPPM et IP2I de l'IN2P3 dans le domaine des détecteurs infrarouge constitue une expertise rare au niveau international.
La présente proposition vise à maintenir et développer les compétences et le savoir-faire existants au sein de l'IN2P3, à les proposer aux projets en développement et à contribuer au renforcement d'un pôle européen par la mise en place de collaborations avec les acteurs du domaine.

Préciser le domaine technologique *(plusieurs choix possibles)*

- **Détecteurs semi-conducteurs** (Si, Ge, **HgCdTe**, Diamant…)
- **Électronique Front End**
- **Acquisition de données**
- **Intégration**

Préciser la motivation principale de recherche visée par la contribution :

- *Autre R&D spécifique : (préciser)* ***Instrumentation spectroscopique et imagerie dans l'infrarouge***

2. Description des objectifs scientifiques et techniques *(1 page max incl. figures)*

Décrire les objectifs de la contribution en en précisant les motivations.
Préciser comment ces objectifs se situent par rapport à l'état de l'art et au contexte international (ex : est-ce une contribution visant un développement théorique ou expérimental ? Est-elle dans la continuité de concepts ou technologies existants, ou bien est-ce une nouvelle approche conceptuelle ?)
Préciser les liens existants ou envisagés avec d'autres projets nationaux ou internationaux existants ou envisagés.

Jusqu'à présent, l'offre en détecteurs proche IR a créé la demande. Dans la situation de quasi-monopole de la société américaine Teledyne, la demande en détecteurs IR est allée aussi loin que possible : JWST (10 H2RGs), VIRCAM @VISTA (16 H2RGs), Euclid (16 H2RGs), WFIRST (18 H4RGs), alors que la demande en CCDs est très supérieure avec des projets gigantesques : Megacam @CFHT (36 CCDs), SuprimeCam @Subaru (10 fully depleted CCDs), LSST (189 CCDs), etc.

Un besoin grandissant de détecteurs IR grand format / faible flux / bas bruit est à anticiper pour répondre à l'évolution scientifique et instrumentale :

- Plusieurs verrous scientifiques requièrent de l'instrumentation IR comme la cosmologie, l'étude des atmosphères des exoplanètes, l'étude des premières étoiles et des premières galaxies, etc.
- Les projets d'exploration en cours (VISTA, JWST, Euclid, etc.) ouvrent la voie à une demande croissante d'infrarouge.
- Au sol, l'optique adaptative grand champ se développe et va s'imposer avec un fonctionnement optimum dans le proche IR.
- Dans l'espace comme au sol, la demande de suivi spectroscopique multi-objets et d'imagerie se multiplie avec des extensions dans l'IR proche : SuMIRe PFS @SUBARU, MOONS @VLT, Cagire @SVOM, puis MSE @Mauna Kea, Theseus, Ariel et l'ELT avec sa suite instrumentale (HIRES, METIS, MOSAIC, MICADO, HARMONI, MAORY).

Le premier objectif de cette proposition est de tenter de répondre aux besoins d'infrarouge pour les projets européens et internationaux à venir en maintenant et en développant les connaissances des détecteurs infrarouges, les savoir-faire et les moyens de tests existants à l'IN2P3 au sein du CPPM et de l'IP2I. Ceux-ci ont été développés grâce à un engagement dans les projets spatiaux de cosmologie SNAP (projet du DOE abandonné) puis Euclid, projet majeur de l'ESA dont le lancement est prévu en 2022, pour lequel le CPPM a mis en place des moyens de tests uniques : salle propre ISO7, bancs de tests très bas bruit fonctionnant dans

l'infrarouge pour des mesures en flux homogène ou des mesures en source focalisée et l'IP2I a mis en place l'acquisition des données. Ces deux laboratoires ont ainsi réalisé la caractérisation fine des 20 détecteurs de vol d'Euclid et l'intégration-métrologie du plan focal accueillant ces détecteurs.

Le deuxième objectif est de contribuer au développement de détecteurs européens pour s'affranchir du quasi-monopole américain et des contraintes ITAR. Ce développement est soutenu par l'ESA, le CNES et l'ESO et un effort particulier a été entériné par le LabEx Focus.

3. Livrables associés, calendrier et budget indicatifs (1 page max. incl. figures)

Préciser les objectifs décrits (étude conceptuelle, expérience, prototypage, construction…) et leur échéance, en précisant si possible les partenaires envisagés.
Evaluer grossièrement l'ordre de grandeur du financement nécessaire (coût complet, en distinguant équipements/consommables et ressources humaines). Préciser s'il existe déjà ou s'il est envisagé d'autres sources de financement.

Cette proposition s'appuie sur plusieurs projets en cours ou à venir :

- À court terme, le projet Cagire @SVOM est un projet de caméra infrarouge, dont l'IRAP assure la maîtrise d'œuvre du développement, et qui est financé par le CNES et soutenu par le LabEx Focus. Cette caméra doit intégrer un prototype de détecteur Alfa développé par Lynred et qui sera caractérisé par le CPPM. Dans ce cadre, le CPPM collabore avec le CEA-IRFU et Lynred. Il est prévu d'installer la caméra sur le télescope GFT (Colibri) au Mexique en 2021.
- À moyen terme, le projet spatial Theseus de l'ESA projette d'utiliser un détecteur Alfa 2ème génération, tandis que des projets comme Ariel (ESA) et WFIRST (NASA) embarquent plusieurs détecteurs américains. Une participation à ces projets permettrait au minimum de répondre à l'objectif de maintien de l'expertise.
- À plus long terme, le CPPM est en discussion avec la société Lynred pour mettre en place un partenariat sur le développement de détecteurs IR bas bruit grand format (voir ci-après).

Pour conserver notre position d'expertise, il est indispensable de continuer à nous engager dans des projets et de développer des moyens de tests plus performants.

4. Impact *(1/2 page max.) (optionnel)*

Décrire les retombées envisageables par le développement pour des applications sociétales.

Le cas échéant, préciser les partenariats industriels envisageables.

Les compétences et savoir-faire en matière de réalisation et mise en œuvre de chaînes de détection infrarouge et de bancs de tests ont amené le CPPM à engager des discussions qui visent à mettre en place un partenariat avec la société Lynred pour le développement de détecteurs infrarouges grand format bas bruit. Ces discussions recouvrent à la fois des aspects « détecteurs » (caractérisation de leurs performances et défauts) et des aspects « bancs de test » (conception et réalisation pour Lynred de bancs spécifiques). Ce développement permettrait à Lynred, déjà acteur majeur dans les applications militaires, de se positionner sur un nouveau créneau, celui des applications scientifiques bas flux.

Un partenariat avec l'ONERA est également envisagé pour le développement d'une électronique de lecture bas bruit spatialisable qui serait associée au détecteur développé par Lynred.

5. Références

A. Secroun, B. Serra,J.C. Clémens, R. Legras, P. Lagier, M. Niclas, L. Caillat, W. Gillard, A. Tilquin, A. Ealet, R. Barbier, S. Ferriol, B. Kubik, G. Smadja, E. Prieto, T. Maciaszek, A. Norup Sorensen, « Characterization of H2RG IR detectors for the Euclid NISP instrument », 2016, in Proc. of SPIE, Vol. 9915, High Energy, Optical, and Infrared Detectors for Astronomy VII, 99151Y, doi: 10.1117/12.2232070