

COMPTE-RENDU DU CONSEIL SCIENTIFIQUE DU LPSC 30 novembre – 1er décembre 2023

Présents : Johan Bregeon, Benoit Clément, Laurent Derome, Fabienne Ledroit-Guillon, Marie-Hélène Genest, Delphine Hardin, Nicolas Leroy, Juan Macías-Pérez, Jean-Sébastien Réal, Nadine Sauzet, Patrice Verdier

Absents : David Brasse, Ana Teixeira

Equipe DARK

Résumé des activités de l'équipe

La composition du groupe s'est fortement modifiée ses dernières années avec le décès de Cécile Renault, le changement de groupe d'Aurélien Barrau et la prise de fonction en tant que directeur du laboratoire de Laurent Derome. Dans le même temps, Marine Kuna (MCF) et Cyrille Doux (CR) ont rejoint le groupe. De ce fait, les activités du groupe DARK se sont réorientées. Elles sont aujourd'hui focalisées autour de la préparation et l'exploitation scientifiques des données du LSST qui seront prises avec l'observatoire Vera Rubin Observatory (VRO). Les activités sur la détection indirecte de matière noire et les rayons cosmiques sont aujourd'hui minoritaires et devraient continuer à se réduire.

La première lumière de VRO est prévue pour 2025 suivie de plusieurs mois de commissioning et de 10 ans d'observations du ciel. Le groupe DARK est un acteur important aussi bien au niveau du développement de la caméra au foyer du télescope que dans la préparation des analyses. L'un des sujets principaux du groupe est l'utilisation des amas de galaxies pour estimer les paramètres cosmologiques. Le groupe a ainsi fortement contribué au code permettant la reconstruction de la masse des amas avec l'effet de cisaillement gravitationnel ainsi qu'à celui permettant la reconstruction des paramètres cosmologiques associés au comptage d'amas. Deux membres de l'équipe se sont également intéressés à utiliser l'effet de cisaillement des galaxies comme sonde cosmologique. Pour extraire les paramètres cosmologiques, le groupe DARK a été moteur sur l'étude de plusieurs effets systématiques, mais également sur les méthodes d'extractions des paramètres cosmologiques. De premières études sont en cours sur le survey DES qui contient 10 fois moins de galaxies que ce qui est attendu avec LSST. Un autre aspect étudié par le groupe est l'utilisation des courants d'étoiles pour contraindre les modèles de matière noire. Une chaîne d'analyse est en cours d'élaboration avec une forte contribution de membres du groupe. Une dernière contribution scientifique est liée au fait que VRO permettra la détection de très nombreuses sources transitoires au cours de son programme d'observation. Ces alertes seront regroupées par des brokers d'alertes en particulier celui développé par l'IN2P3, Fink. Au sein de ce projet, des membres du groupe prévoient de s'intéresser plus particulièrement aux sursauts gamma et aux liens avec d'autres messagers comme les ondes gravitationnelles.

Le LPSC a également eu plusieurs contributions techniques importantes ayant impliqué plusieurs services. En particulier, le laboratoire a développé le chargeur de filtres qui permet

d'échanger les filtres présents dans le carrousel de la caméra et de transporter les filtres. Ce système a été livré à SLAC et les équipes seront amenées à valider son fonctionnement sur le site du VRO lors de son installation en 2024. Il s'agira ensuite d'assurer la maintenance corrective ponctuellement sur sollicitation des équipes du VRO pendant les dix ans d'observations. L'autre contribution du groupe était autour du développement de deux bancs de calibration optique pour la caméra (CCOB). Le premier, à faisceau large, n'a pas pu finalement être utilisé du fait d'un problème de cryostat sur place et le décalage de calendrier a conduit la collaboration à abandonner la prise de données avec ce système. Le second, à faisceau fin, permet de mesurer la transmission de la caméra complète ainsi que l'alignement des optiques. Plusieurs prises de données ont eu lieu en 2023 et devraient se poursuivre en 2024 avant l'envoi de la caméra au Chili. Ce système ne sera pas utilisé au niveau de l'observatoire. Enfin un effort est en cours sur un programme MITI du CNRS pour mieux comprendre, et si possible optimiser, le computing de LSST.

L'équipe sera également impliquée lors de la phase commissioning avec la suite du travail sur les vérifications de l'alignement et de la transmission de la caméra en utilisant les étoiles brillantes. Plus largement, le groupe prévoit de contribuer à l'évaluation de la qualité des données sur le ciel. Un autre aspect de commissioning sera sur l'étalonnage des mesures de cisaillements et un travail est en cours pour déterminer les mesures qui seront nécessaires pendant cette phase.

Les membres du groupe DARK assument un grand nombre de responsabilités tant au niveau local que national mais aussi au sein des collaborations dans lesquelles le groupe est impliqué et qui assurent au groupe une visibilité importante.

Conclusions du CS sur l'équipe DARK :

Le conseil scientifique félicite l'équipe pour la qualité de sa production scientifique. Il apprécie son évolution combinée à son renouvellement partiel et le renforcement de son activité sur l'analyse afin d'être prêt pour les premières données. C'est une équipe solide qui a une très forte implication dans LSST et qui est bien intégrée dans la collaboration scientifique DESC, avec une très bonne visibilité.

Le conseil scientifique note que les quatre permanents travaillant actuellement sur LSST sont engagés dans différents WG. Même s'il est apparu une forte cohésion et des intérêts communs dans les différentes thématiques, le CS invite l'équipe à hiérarchiser et/ou planifier les activités par rapport notamment aux activités hors LSST. L'activité possible sur Euclid pour l'étude des amas sera en compétition avec le démarrage et le commissioning de LSST. D'autre part, cette activité apparaît fragile avec une petite fraction de FTE travaillant dessus. Cette fragilité est aussi notée pour l'activité sur Roman bien que celle-ci soit plus prospective et demandera à être bien calibrée.

L'activité sur la matière noire avec les courants d'étoile semble intéressante, au vu des arguments avancés, et le conseil encourage l'équipe à faire une étude de faisabilité avec les données de DES pour s'assurer, à court terme, de la pertinence de cette physique dans LSST.

Le CS souligne la très forte participation de l'équipe à la vie et au fonctionnement du laboratoire, mais aussi dans la vie de la communauté.

Equipe COSMO_ML

Résumé des activités de l'équipe

L'équipe COSMO-ML est historiquement impliquée dans des projets en cosmologie observationnelle et instrumentale selon trois axes : instrumentation, analyse de données et exploitation de ces analyses en cosmologie.

L'équipe a développé une expertise sur les détecteurs à inductance cinétique (KID) et bénéficie d'une synergie grenobloise en instrumentation millimétrique dont elle est motrice, au sein du Groupement d'intérêt scientifique (GIS) KIDS qui regroupe les laboratoires LPSC, Institut Néel, IPAG et l'IRAM. Dans le cadre du GIS, un nouveau laboratoire millimétrique a été installé en 2021 au LPSC, qui fonctionne en complément de celui de l'Institut Néel (financements Labex FOCUS et ENIGMASS, CNES, soutien de base de l'IN2P3 et du LPSC). Il permet grâce à un équipement de pointe dédié, la conception, la validation et la caractérisation des détecteurs et de l'instrumentation associée.

Le succès des projets NIKA et **NIKA2** (caméra basée sur les détecteurs à inductance KIDS), a établi l'expertise internationale de l'équipe dans la conception et la construction d'une caméra KIDS calibrée et l'analyse d'un échantillon représentatif d'amas de galaxies, dans le but d'améliorer la précision des études cosmologiques basées sur ces sondes. L'équipe a pris la responsabilité du grand programme d'observation en temps garanti dédié aux amas de galaxies (le LPSZ) de la collaboration NIKA2. La responsabilité "Project Scientist" de la collaboration NIKA2 est également assurée par un membre de l'équipe. Elle a ensuite travaillé à la conception et la construction de deux instruments spectroscopiques grands champs, le KIDs Interferometer Spectrum Survey - **KISS@QUIJOTE** (Tenerife) puis **CONCERTO@APEX** (Atacama Pathfinder Experiment). Après son rapatriement, KISS a été intégré aux instruments de le laboratoire millimétrique. L'instrument CONCERTO a été démonté en 2023 et un travail important de fabrication des cartes en spectroscopie, de calibration et de caractérisation des systématiques est en cours.

Actuellement l'équipe développe et teste une proposition de détecteur KIDS pour un des SAT de **Simons Observatory** (SO@APEX) qui verra sa première lumière en 2024. L'implication dans SO fait l'objet d'une demande de soutien AAR. Ces projets correspondent de fait à une implication majeure des services techniques du LPSC et un investissement important en termes de FTE, entre 2 et 4 FTE par an. L'équipe travaille actuellement à la préparation du projet **CMB-S4** (implication dans la construction et le Data Management). Ce projet de 12 télescopes au Pôle Sud et dans le désert d'Atacama a été validé par les agences DOE et NFS, pour une construction en 2026 et une première lumière en 2032.

Pour **LiteBird**, projet de satellite de la JAXA (lancement putatif en 2032), l'équipe est responsable de la conception des bancs de test pour la caractérisation spectrale et en polarisation des détecteurs MFT et LFT (technologie TESs). L'équipe est membre du projet ERC

RadioForegroundPlus qui regroupe 6 institutions, dont le CNRS (IRAP et IPAG/LPSC). Son objectif est de fournir, en combinant les cartes Planck avec les données basse fréquence obtenues au sol (QUIJOTE, C-BASS, S-PASS), la meilleure caractérisation possible des propriétés physiques des émissions polarisées d'avant-plan, qui est un sujet d'expertise de l'équipe.

Enfin, le groupe est impliqué dans le Science Ground Segment d'**Euclid** (lancé le 1^{er} juillet 2023) et participera à terme aux analyses de cosmologie, notamment les analyses jointes Euclid-NIKA2 sur les corrélations croisées des cartes des amas. Il porte depuis 2019 la responsabilité du pipeline qui vise la construction de masques du ciel permettant de caractériser les effets systématiques sur la détection des galaxies (2 IR informatique impliqués) et du paquet InternalData.

Soulignons que dans tous ces projets, les membres de l'équipe portent chacun des responsabilités importantes à tous les niveaux : PI, Scientific Board, programme scientifique, construction de l'instrument, commissioning etc. et au sein du Science Ground Segment (SGS) pour Euclid (Internal Data, pipeline de la Processing Function). Leur responsabilité et visibilité sont donc particulièrement notables au sein de grandes collaborations internationales, telles que Planck, NIKA2, Concerto et Euclid.

L'expertise scientifique de l'équipe se traduit par un taux de publications élevé, en particulier plusieurs publications en premier auteur et la production de code public (PANCO2) d'analyse des données NIKA2.

Les membres permanents sont très impliqués dans l'encadrement doctoral, avec plusieurs thèses soutenues et en préparation.

Les projets actuels (NIKA2, Concerto, Euclid) évolueront à moyen terme, avec un accent sur l'analyse et l'interprétation des données. Ainsi le projet NIKA2 aura une étape importante en 2025 avec la publication des données, les analyses de cosmologie et en polarisation s'échelonnant entre 2024 et 2028. Le LPSC participera au sein de la collaboration NIKA2 le support technique de fonctionnement de l'instrument (MOU signé avec l'IRAM) jusqu'en 2028. L'implication actuelle dans CMB-S4 permet d'envisager une participation future aux analyses, qui s'appuiera sur l'expertise acquise dans Planck (lensing et SZ).

Nous pouvons souligner les synergies potentielles entre NIKA2, Euclid, et LSST pour l'utilisation cosmologique des amas, par exemple le suivi d'un échantillon d'amas par NIKA2 ou les analyses en corrélation croisée des cartes d'amas.

Conclusions du CS sur l'équipe COSMO-ML

L'équipe Cosmo-ML présente la grande force d'assurer des projets expérimentaux dans leur entièreté de la conception instrumentale à l'exploitation scientifique en passant par le commissioning et traitement des données et une politique active en termes de recherche de financements. Elle s'appuie sur les multiples compétences des quatre membres permanents de l'équipe, assistés de multiples doctorants et post-doctorants qui acquièrent ici de solides compétences. Le conseil scientifique félicite l'équipe pour l'ensemble des travaux réalisés, notamment autour des instruments NIKA, NIKA2, KISS et Concerto. Le conseil scientifique tient également à féliciter l'ensemble des services et membres de l'équipe qui ont contribué

à la réussite de l'utilisation des KIDs pour des observations astronomiques ainsi que sur l'instrumentation pour EUCLID.

L'expertise du pôle grenoblois sur les détecteurs à inductance cinétiques (KIDs) s'est concrétisée par la formation d'un GIS avec l'IPAG et l'Institut Néel. Cette expertise est également reconnue au sein de l'institut, en particulier dans le projet de SAT KIDs pour Advanced SO.

En plus de la fin de l'exploitation scientifique de NIKA2 et Concerto, les membres de l'équipe s'impliquent d'ores et déjà dans de nombreux projets futurs : exploitation scientifique d'Euclid, conception d'un SAT KIDS pour Advance SO et à plus long terme des participations aux futurs projets CMB CMBS4 et LiteBird. Le conseil scientifique s'inquiète de la capacité de l'équipe à contribuer pleinement à l'ensemble de ces projets, en particulier l'exploitation scientifique d'Euclid.

De fait, le conseil scientifique regrette de ne pas avoir pu obtenir un planning précis des activités de chacun membre de l'équipe sur les différents projets à venir, ainsi que la charge de ces projets sur les services techniques. Si des éléments ont été obtenus lors des discussions, le conseil apprécierait d'obtenir d'ici un an un document de synthèse présentant la répartition en FTE des membres de l'équipe sur différents projets, les responsabilités associées et les financements acquis et à venir jusqu'à l'horizon 2030. Concernant les projets Euclid, Simons Observatory et CMB-S4, ce document devrait également inclure les activités des membres de l'équipe DARK susceptibles de s'impliquer dans ces projets.

Discussions sur fusion entre les équipes :

Le conseil scientifique a également réfléchi sur l'idée d'une fusion des deux équipes cosmologie en cours de discussion au sein du laboratoire. Le CS considère que les sujets portés par les équipes tendent à se rapprocher et que les différents jeux de données auxquels elles ont accès sont intéressants pour l'ensemble de ses membres. Le CS encourage les discussions et pense que si un consensus est trouvé cette fusion peut être intéressante, car elle permettra de garder des thématiques allant de la R&D détecteur à l'exploitation scientifique d'instruments de manière plus cohérente.