

RAPPORT D'ÉVALUATION DE L'UNITÉ

AIM – Astrophysique, instrumentation,
modélisation

SOUS TUTELLE DES ÉTABLISSEMENTS ET ORGANISMES :

Commissariat à l'énergie atomique et aux
énergies alternatives - CEA,

Centre national de la recherche scientifique -
CNRS,

Université Paris Cité

CAMPAGNE D'ÉVALUATION 2024-2025
VAGUE E

Rapport publié le 28/02/2025



Au nom du comité d'experts :

Denis Mourard, président du comité

Pour le Hcéres :

Stéphane Le Bouler, président par intérim

En application des articles R. 114-15 et R. 114-10 du code de la recherche, les rapports d'évaluation établis par les comités d'experts sont signés par les présidents de ces comités et contresignés par le président du Hcéres.

Pour faciliter la lecture du document, les noms employés dans ce rapport pour désigner des fonctions, des métiers ou des responsabilités (expert, chercheur, enseignant-chercheur, professeur, maître de conférences, ingénieur, technicien, directeur, doctorant, etc.) le sont au sens générique et ont une valeur neutre.

Ce rapport est le résultat de l'évaluation du comité d'experts dont la composition est précisée ci-dessous. Les appréciations qu'il contient sont l'expression de la délibération indépendante et collégiale de ce comité. Les données chiffrées de ce rapport sont les données certifiées exactes extraites des fichiers déposés par la tutelle au nom de l'unité.

MEMBRES DU COMITÉ D'EXPERTS

Président :

M. Denis Mourard, Observatoire de la Côte d'Azur

Experts :

M. André Fuzfa, université de Namur, Belgique

Mme Aurélie Guilbert-Lepoutre, Centre national de la recherche scientifique – CNRS, Lyon (représentante du CNAP)

Mme Karine Issautier, Observatoire de Paris (représentante du CoNRS)

M. Eric Josselin, Université de Montpellier

M. Dimitri Laveder, Observatoire de la Côte d'Azur (représentant du personnel d'appui à la recherche)

M. David Le Mignant, CNRS, Marseille (représentant du personnel d'appui à la recherche)

Mme Marie Treyer, CNRS, Marseille (représentante du CNU)

REPRÉSENTANT DU HCÉRES

M. Hervé Wozniak

REPRÉSENTANTS DES ÉTABLISSEMENTS ET ORGANISMES TUTELLES DE L'UNITÉ DE RECHERCHE

Mme Sophie d'Ambrosio, CEA

Mme Valérie Drouet, Université Paris Cité, Directrice du Pôle recherche

M. Ivan Laszak, CEA

M. Stanislas Pommeret, CEA

Mme Susanna Vergani, CNRS

Mme Nathalie Eisenbaum, Université Paris-Cité

CARACTÉRISATION DE L'UNITÉ

- Nom : Astrophysique, Instrumentation, Modélisation Paris-Saclay
- Acronyme : AIM
- Label et numéro : UMR 7158
- Nombre d'équipes : 7
- Composition de l'équipe de direction : M. Pierre Olivier Lagage, directeur ; Mme Florence Ardellier, directrice technique ; M. David Elbaz, directeur adjoint chargé de la science ; M. Matthias Gonzalez, directeur adjoint chargé des relations avec l'Université Paris Cité ; M. Hervé Aussel, directeur adjoint chargé des relations avec le CNRS.

PANELS SCIENTIFIQUES DE L'UNITÉ

ST3 : Sciences de la Terre et de l'Univers

THÉMATIQUES DE L'UNITÉ

L'unité est structurée en six laboratoires thématiques dits d'interprétation, et cinq laboratoires organisés dans le pôle instrumental.

Les six laboratoires thématiques d'interprétation sont : 1/cosmologie et évolution des galaxies (LCEG), 2/formation des étoiles et milieu interstellaire (LFEMI), 3/dynamique des étoiles, des exoplanètes et de leur environnement (LDE3), 4/étude des phénomènes cosmiques de haute énergie (LEPCHE), 5 cosmologie et les statistiques (LCS), 6/modélisation des plasmas astrophysiques (LMPA).

Les spécialités des cinq laboratoires du pôle instrumental sont : 1/les systèmes et architectures spatiaux, 2/les spectro-imageurs pour le spatial, 3/les études et le développement de systèmes électroniques spatiaux, 4/la qualité et l'intégration spatiale, 5/l'interface science et instruments spatiaux.

HISTORIQUE ET LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE DE L'UNITÉ

L'unité a été créée en janvier 2005 par héritage et extension du Département d'astrophysique (DAp) de l'Institut de recherche sur les lois fondamentales de l'Univers (Irfu) du CEA. Elle a rejoint l'Observatoire des sciences de l'Univers Paris-Saclay (Osu PS) en 2020.

L'unité est située à l'Orme des Merisiers dans le centre CEA à Paris-Saclay, principalement dans le bâtiment 709 avec quelques bureaux dans un bâtiment voisin (703). L'unité dispose également d'un bâtiment (713) qui abrite les plateformes et les moyens de développement instrumental. Elle dispose également d'une salle de projection 3D et de deux salles de visioconférences.

L'unité bénéficie également de quatre bureaux sur le campus de l'université Paris Cité (UPCité) pour les missions d'enseignement.

ENVIRONNEMENT DE RECHERCHE DE L'UNITÉ

L'unité est affiliée à deux écoles doctorales : Astronomie et Astrophysique d'Île-de-France (ED 127) et Sciences de la Terre et de l'environnement et physique de l'Univers (ED 560).

De par sa tutelle CEA, l'unité a des liens forts avec l'Irfu, et notamment ses départements techniques, mais aussi avec les départements de physique nucléaire et de physique des particules.

L'unité a intégré l'Osu PS en janvier 2020. Elle a promu et codirige aujourd'hui le centre Paris-Saclay des sciences spatiales. L'unité est également très active dans les « graduate schools » de l'université Paris Saclay et joue un rôle clé notamment dans l'axe astrophysique.

Grâce à ses plateformes, l'unité est fortement impliquée dans le Groupement d'intérêt scientifique (Gis) national Paradise – Plateforme pour les activités de recherche appliquée et de développement en instrumentation au sol et dans l'espace –, labellisé en 2022 comme infrastructure de recherche par le ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.

L'unité est très active dans les labex UnivEarthS, Focus (Focal plane array for Universe sensing) et participe également au labex P2IO (physique des deux infinis et des origines). Elle est également impliquée dans les programmes et équipements prioritaires de recherche (PEPR) Origins et Numpex (numérique pour l'exascale).

EFFECTIFS DE L'UNITÉ : en personnes physiques au 31/12/2023

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	5
Maîtres de conférences et assimilés	4
Directeurs de recherche et assimilés	31
Chargés de recherche et assimilés	25
Personnels d'appui à la recherche	41
Sous-total personnels permanents en activité	106
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	14
Personnels d'appui non permanents	13
Post-doctorants	18
Doctorants	40
Sous-total personnels non permanents en activité	85
Total personnels	191

RÉPARTITION DES PERMANENTS DE L'UNITÉ PAR EMPLOYEUR : en personnes physiques au 31/12/2023. Les employeurs non tutelles sont regroupés sous l'intitulé « autres ».

Nom de l'employeur	EC	C	PAR
CEA	0	52	39
CNRS	0	4	2
U PARIS-CITE	5	0	0
AUTRES	4	0	0
Total personnels	9	56	41

AVIS GLOBAL

Le comité a été très impressionné par la remarquable cohérence des activités de l'unité ainsi que par la forte cohésion et l'adhésion des personnels. Le fonctionnement est apparu à la fois très structuré et très fluide en s'appuyant sur un management de proximité de haute qualité. On note une grande transversalité dans l'unité, au-delà des laboratoires et des projets. Le comité tient également à souligner la force des questions astrophysiques présentes à tous les niveaux de la chaîne d'activité : de l'instrumentation à l'interprétation en passant par la modélisation et les simulations.

Cette grande cohérence s'appuie sur une caractéristique très forte de l'unité, à savoir une expertise de longue date, mais toujours renouvelée dans le domaine des chaînes de détection.

L'unité sait s'appuyer admirablement sur le contexte privilégié apporté par l'Irfu et ses autres départements. Elle est également ancrée de manière forte dans le tissu national et européen en astronomie et astrophysique, tissu qu'elle contribue à alimenter et dont elle se nourrit également.

ÉVALUATION DÉTAILLÉE DE L'UNITÉ

A - PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Les réponses apportées par l'unité aux précédentes recommandations sont satisfaisantes. Les quatre principales recommandations sur l'organisation et la vie du laboratoire (renforcement de l'administration et du service informatique, plan de rénovation des bâtiments, accompagnement des doctorants, dissémination de l'information pour les nouveaux entrants notamment les postdocs) ont été suivies d'actions. Les effets de ces actions restent cependant mitigés pour ce qui est de la dissémination de l'information aux postdoctorants ainsi que sur l'accompagnement des doctorants.

B - DOMAINES D'ÉVALUATION

DOMAINE 1 : PROFIL, RESSOURCES ET ORGANISATION DE L'UNITÉ

Appréciation sur les objectifs scientifiques de l'unité

La stratégie de l'unité s'organise autour d'un très bon équilibre entre instrumentation spatiale, observations et modélisation. Un effort tout particulier de haute visibilité dans les projets est recherché. L'objectif est atteint comme en témoigne le début de la phase C (définition détaillée) pour l'instrument Airs (Ariel medium-resolution InfraRed Spectrometer) de la mission Ariel (Atmospheric Remote-Sensing Infrared Exoplanet Large-survey) de l'Esa, l'exploitation du JWST (James Webb Space Telescope) pour les exoplanètes, ou les premiers résultats de la mission Euclid.

Cette stratégie s'appuie également depuis plusieurs années sur un positionnement technologique fort autour des plans focaux : détecteurs et leurs électroniques, avec une excellente diversité chromatique et une très grande maîtrise des subtilités de la réduction innovante des données.

Ce positionnement dans l'instrumentation spatiale de haut niveau est également équilibré par un engagement fort dans l'instrumentation des grands observatoires au sol, notamment à l'European Southern Observatory (Eso) pour le Very Large Telescope (VLT) et l'Extremely Large Telescope (ELT). La plateforme technique et ses moyens d'intégration et d'essais ainsi que le soutien des départements techniques de l'Irfu renforcent ce positionnement sur la R&D et les projets au sol et dans l'espace.

Appréciation sur les ressources de l'unité

Autant par ses propres ressources qu'au travers du fort support de l'Irfu et du Cnes, l'unité est correctement dotée pour ses projets. Au-delà des ressources financières récurrentes, les équipes sont très dynamiques pour obtenir des financements externes locaux, régionaux, nationaux ou européens. Les ressources fournies par l'ANR et l'ERC sont importantes pour la taille de l'unité, qui est aussi bien ancrée dans les différents labex et PEPR.

Un cinquième des effectifs du pôle technique feront valoir leurs droits à la retraite dans les cinq prochaines années. L'unité est en dialogue de confiance avec les tutelles au premier rang desquelles le CEA pour assurer un tuilage des compétences et une bonne continuité des activités de projet.

Appréciation sur le fonctionnement de l'unité

L'ensemble des dispositifs de management, de coordination entre laboratoires et de réflexion stratégique concourent à créer les conditions du succès remarquable de cette unité sur la scène internationale.

Le Conseil Scientifique et Technique de Département se réunit, peu, mais sur des questions stratégiques fortes. Le conseil d'unité se réunit trois à quatre fois par an.

L'unité est fortement positionnée dans les services nationaux d'observation (SNO) labellisés par le CNRS Terre & Univers. À ce titre, l'unité et les équipes jouent un rôle structurant et fédérateur avéré au niveau national, au-delà des implications dans les grands développements instrumentaux sol et espace.

Plusieurs actions dans le domaine de l'égalité et du harcèlement, de l'équilibre homme-femme ont été mises en place et suivies de décisions concrètes. Ces actions doivent continuer à être animées régulièrement pour poursuivre les objectifs recherchés.

1/ L'unité s'est assigné des objectifs scientifiques pertinents.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'organisation détaillée du fonctionnement de l'unité a permis d'appréhender le processus hiérarchique au sein de tous les laboratoires de cette unité, ainsi que de révéler comment s'opère la réflexion stratégique avec l'Irfu. Le fonctionnement opérationnel repose sur des réunions régulières entre les chefs de laboratoires, sur les regards croisés entre les chefs des laboratoires du pôle instrumental et les chefs de projets, parfois en lien avec l'Irfu. Ce mode de fonctionnement peut expliquer que l'unité a su établir un très bon positionnement stratégique avec un bel équilibre entre l'observation, la modélisation et l'instrumentation. Il est également remarquable que des choix forts soient réellement faits et suivis d'engagement par l'ensemble de l'unité. Cela permet de développer une bonne stratégie de positionnement à un haut niveau de visibilité sur un nombre limité de projets phares et avec une bonne mobilisation des équipes.

La stratégie de l'unité centrée sur des projets spatiaux présente intrinsèquement des risques de changements drastiques pour le plan de charge de l'unité. Ces risques sont discutés, évalués sur des échelles de temps adéquates et finalement apparaissent très bien gérés.

Points faibles et risques liés au contexte

Malgré une expertise apparemment forte en modélisation multiéchelle et en traitement des données innovant, les aspects intelligence artificielle n'apparaissent pas très fortement dans l'autoévaluation de l'unité. Même si les entretiens ont permis de montrer que la forte transversalité de l'unité permet d'essaimer les savoir-faire correctement, l'effort aurait mérité d'être davantage soutenu.

2/ L'unité dispose de ressources adaptées à son profil d'activités et à son environnement de recherche et les mobilise.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'unité a su élargir l'origine de ses ressources. L'organisation de l'unité et la structuration matricielle entre les projets et les équipes assurent une excellente gestion des ressources tant humaines que financières.

Le fonctionnement très efficace avec les départements techniques de l'Irfu et le soutien du Cnes assurent le niveau de ressources nécessaire.

Le lien avec le CNRS paraît plus faible, mais semble pouvoir se renforcer avec une plus grande visibilité des SNO au travers du rattachement à l'Osu PS.

L'unité bénéficie et contribue à la nouvelle infrastructure de recherche Paradise pour ses activités d'intégration, de tests et de qualification spatiale.

Points faibles et risques liés au contexte

Comme dans de nombreuses unités avec une forte activité instrumentale, le vieillissement du personnel permanent est particulièrement marqué au niveau des laboratoires du pôle d'instrumentation.

Par ailleurs on note une parité femmes-hommes relativement faible (notamment dans certains laboratoires) et une prise en compte plutôt timide des questions d'équilibre de genre.

L'ancrage dans l'environnement de recherche universitaire est relativement faible, du fait de la grande autonomie de l'unité et également de la distance du site.

3/ Les pratiques de l'unité sont conformes aux règles et aux directives définies par ses tutelles en matière de gestion des ressources humaines, de sécurité, d'environnement, de protocoles éthiques et de protection des données ainsi que du patrimoine scientifique.

Points forts et possibilités liées au contexte

Chaque laboratoire de l'unité a un fonctionnement hiérarchique qui assure des entretiens réguliers entre les agents et leur responsable. Ces entretiens incluent les questions d'activités dans une organisation matricielle entre les laboratoires et les projets, d'avancement et d'évolution de carrière des agents, de formation professionnelle, etc. Les techniciens, ingénieurs et chercheurs, femmes et hommes, ont témoigné d'une grande satisfaction à travailler au sein de l'unité.

Plusieurs comités ont été mis en place et ont engagé des actions concrètes. Il n'apparaît pas pour autant une identification claire des « référents » sur certains aspects critiques des unités aujourd'hui (p. ex., égalité, neutralité carbone).

Points faibles et risques liés au contexte

Les règles du CEA s'appliquent à l'unité en matière de politique de gestion de ressources humaines (responsabilités et éthique), mais rien de particulier au niveau d'AIM n'est indiqué sur les règles en matière d'éthique. Les aspects de protection des données pour AIM semblent pris en charge par le Département d'électronique des détecteurs et d'informatique pour la physique (Dedip) de l'Irfu.

DOMAINE 2 : ATTRACTIVITÉ

Appréciation sur l'attractivité de l'unité

Le rayonnement scientifique de l'unité est à très haut niveau - conférences invitées, organisations de conférence, prix, rôles stratégiques, responsabilités éditoriales - et s'insère fortement dans l'espace européen de la recherche.

AIM peut également se satisfaire d'un très grand succès aux appels d'offres compétitifs auprès de l'ANR ou de l'ERC. Cinq projets financés par l'ERC et sept par l'ANR sont actuellement en cours.

AIM est également très engagé dans les projets spatiaux avec les agences spatiales française (Cnes), européenne (Esa) et américaine (Nasa) à différents niveaux de développement. Ces engagements s'appuient sur les capacités de maîtrise d'œuvre de AIM au travers des compétences en management et ingénierie système de grands projets.

Enfin, grâce à la richesse de ses plateformes et grâce à son insertion dans l'infrastructure de recherche Paradise, l'unité est fortement attractive pour le développement de l'instrumentation spatiale.

1/ L'unité est attractive par son rayonnement scientifique et s'insère dans l'espace européen de la recherche.

2/ L'unité est attractive par la qualité de sa politique d'accompagnement des personnels.

3/ L'unité est attractive par la reconnaissance de ses succès à des appels à projets compétitifs.

4/ L'unité est attractive par la qualité de ses équipements et de ses compétences techniques.

Points forts et possibilités liées au contexte pour les quatre références ci-dessus

La stratégie scientifique de l'unité est fortement tournée vers la prise de responsabilité à haut niveau et à forte visibilité dans les projets phares de la discipline. L'unité semble faire des choix stratégiques judicieux comme décrit précédemment afin d'éviter la dispersion ou la surprogrammation. Dans ce qu'elle entreprend, l'unité démontre une excellente visibilité et attractivité.

Plusieurs prix récompensent des travaux originaux dont le prix Tycho Brahe 2022 de l'European Astronomical Society et deux prix L'Oréal-Unesco Young Talent Award for Women in Science pour des doctorantes. L'unité compte un membre IUF sénior.

La recherche de financements est couronnée d'un succès remarquable, générant 6,5 M€ par an de ressources propres en moyenne : douze contrats ont été financés par l'ANR (dont cinq en qualité de coordonnateur) et cinq contrats par l'ERC (1 « Advanced », 1 « Consolidator » et 3 « Synergy »). S'ajoutent à cela une dizaine de contrats européens (H2020, Esa) et des financements dans le cadre des programmes du PIA (equipex+ F-CELT, labex P2IO et Focus, PEPR Origins) et le soutien du Cnes.

Points faibles et risques liés au contexte pour les quatre références ci-dessus

L'unité a mis en place une politique dynamique d'accueil des nouveaux entrants avec un parcours d'entrée et un livret d'accueil mis à jour régulièrement. Toutefois l'information semble davantage concerner les personnels permanents que les personnels temporaires. Ces derniers ne trouvent pas forcément les informations administratives pragmatiques et nécessaires à leur arrivée, notamment pour les non-francophones.

Les procédures de recrutement du CEA (incluant notamment les enquêtes de sécurité) paraissent trop lentes et engendrent parfois une évaporation des candidatures avant la fin du processus.

DOMAINE 3 : PRODUCTION SCIENTIFIQUE

Appréciation sur la production scientifique de l'unité

La production scientifique de l'unité est remarquable (1 article par jour ouvré) et s'appuie correctement sur l'ensemble des laboratoires.

1/ La production scientifique de l'unité satisfait à des critères de qualité.

2/ La production scientifique de l'unité est proportionnée à son potentiel de recherche et correctement répartie entre ses personnels.

3/ La production scientifique de l'unité respecte les principes de l'intégrité scientifique, de l'éthique et de la science ouverte. Elle est conforme aux directives applicables dans ce domaine.

Points forts et possibilités liées au contexte pour les trois références ci-dessus

La production scientifique en publications, réalisations instrumentales et développements numériques est tout à fait remarquable et permet d'assurer à l'unité une position d'excellence dans le monde académique.

La production scientifique est remarquable en volume et en qualité (environ 2000 articles pendant la période, dont 22 dans Nature, 17 dans Nature Astronomy et 3 dans Nature Communication). Les revues sont typiques

des domaines astrophysique (p. ex., Astronomy & Astrophysics, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society), physique (p. ex., Journal of Plasma Physics) et instrumental (p. ex., Journal of Low Temperature Physics, Experimental Astronomy, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A).

Points faibles et risques liés au contexte pour les trois références ci-dessus

Pas de points faibles identifiés.

DOMAINE 4 : INSCRIPTION DES ACTIVITÉS DE RECHERCHE DANS LA SOCIÉTÉ

Appréciation sur l'inscription des activités de recherche de l'unité dans la société

Cet aspect de l'autoévaluation de l'unité est présenté sous la forme d'une liste d'environ 25 entreprises, mais sans qu'il soit aisé d'identifier, dans chaque cas, le niveau d'interaction réelle qui existe entre l'unité et l'entreprise. Le comité note toutefois qu'AIM, en lien avec le DEDIP de l'Irfu, s'appuie sur sa maîtrise des technologies de détecteurs en rayons X au CdTe (tellure de cadmium) et en rayons gamma au CdZnTe (tellure de cadmium-zinc) pour développer des dosimètres pour la radiothérapie des cancers du sein et la mesure des radiations dans les installations nucléaires ou dans l'air extérieur.

La diffusion des connaissances, activité généralement riche en astronomie et en astrophysique, ne s'appuie pas sur une stratégie globale au niveau de l'unité, alors que la vision sociétale, la déontologie et les valeurs sont fortes et bien présentes. L'ensemble de ces activités est néanmoins remarquable.

L'unité poursuit son engagement sociétal fort dans le cadre des développements de la météo de l'espace au service de la société.

- 1/ L'unité se distingue par la qualité et la quantité de ses interactions avec le monde non académique.*
- 2/ L'unité développe des produits à destination du monde culturel, économique et social.*
- 3/ L'unité partage ses connaissances avec le grand public et intervient dans des débats de société.*

Points forts et possibilités liées au contexte pour les trois références ci-dessus

La très forte visibilité recherchée dans les engagements stratégiques permet un impact sociétal de grande qualité.

Quelques membres de l'unité sont des passeurs de science très connus du public et couronnés de prix ou de reconnaissances (p. ex., prix Ciel & Espace du « Meilleur livre d'astronomie » en 2022, chevalier de la Légion d'honneur en 2018).

Un brevet a été déposé en 2019 sur un procédé et dispositif d'identification d'espèces atomiques émettant un rayonnement X ou gamma. Le CEA et la PME 3D PLUS ont créé un laboratoire commun, ALB3DO (Advanced Laboratory for 3D Detection Device Developments) en 2020 pour développer la caméra SPID-X à base de CdTe pour l'industrie nucléaire. SPID-X produit des données de dosimétrie et de spectrométrie, et effectue une identification spectrale en temps réel à l'aide d'algorithmes d'intelligence artificielle embarqués.

Points faibles et risques liés au contexte pour les trois références ci-dessus

L'impact sociétal des activités de l'unité ne bénéficie pas d'une réelle politique en la matière, au niveau de l'unité et de ses tutelles.

Un membre de AIM était actif en diplomatie par la science («Science diplomacy»), qui vise à renforcer les actions diplomatiques sur la base de l'implication collaborative des nations dans la science fondamentale. Par suite du départ de ce membre, cette activité n'a pas encore pu être reprise, faute de temps.

ANALYSE DE LA TRAJECTOIRE DE L'UNITÉ

Fidèle à son histoire, l'unité présente un axe instrumental très riche à court terme : la mission Plato (PLANetary Transits and Oscillations of stars) et une forte contribution sur la chaîne complète de Ariel (Atmospheric Remote-Sensing Infrared Exoplanet Large-survey), deux missions majeures de l'Esa ou le développement de Metis (mid-infrared ELT imager and spectrograph) pour l'ELT de l'Eso.

Elle montre également une bonne vision prospective avec HWO (Habitable Worlds Observatory) de la Nasa, Theseus (Transient High-Energy Sky and Early Universe Surveyor) et NewAthena (Advanced Telescope for High-Energy Astrophysics) de l'Esa et Litebird (The Lite (Light) satellite for the study of B-mode polarization and Inflation from cosmic background Radiation Detection) pilotée par la Jaxa (Japan Aerospace Exploration Agency) avec des contributions du Cnes, de l'Esa et de l'agence spatiale canadienne (CSA).

D'importants travaux de jouvence de la plateforme technique sont prévus selon un planning coordonné avec les projets instrumentaux de l'unité.

Les tutelles se sont montrées confiantes sur leur engagement à remplacer les départs en retraite des prochaines années avec un tuilage de compétences.

L'axe «interprétation» est très solidement mis au service des grandes questions (par l'intermédiaire de la modélisation et de la simulation numérique) et se place dans un contexte d'implication de l'unité dans un grand nombre de missions au sol et dans l'espace en phase d'exploitation.

Le comité note également que la trajectoire de l'unité autour de l'intelligence artificielle est très satisfaisante. Sur l'informatique exascale (notamment au service du code de simulation « dyablo »), l'unité s'est mise en ordre de marche avec des impacts forts pour l'unité et la communauté dans son ensemble.

RECOMMANDATIONS À L'UNITÉ

Recommandations concernant le domaine 1 : Profil, ressources et organisation de l'unité

Le comité recommande fortement à l'unité de maintenir le bon équilibre et les synergies entre l'instrumentation et l'interprétation autour de la caractéristique forte des plans focaux. Il encourage l'unité à amplifier l'essaimage des savoir-faire en matière d'intelligence artificielle grâce à la forte transversalité de l'unité.

Le comité recommande de poursuivre l'effort de renouvellement des postes face notamment aux nombreux départs dans le pôle instrumental dans la période à venir et aux engagements pris.

Le comité recommande que l'unité veille à renforcer l'utilisation du Conseil scientifique et technique de département (CSTD) pour sa dimension communication et stratégique grâce aux personnalités extérieures.

Le comité recommande d'engager une réflexion plus active sur la représentation des femmes au sein de l'unité, par exemple, par une révision des critères d'évaluation des candidatures à l'embauche, par des conditions de travail plus inclusives et respectueuses, en amplifiant davantage l'accompagnement et la promotion des parcours académiques et professionnels féminins.

Le comité recommande de travailler à la mise en place, pour les doctorants et avec les écoles doctorales, de crédits de formation pour les actions de communication entre les laboratoires, et entre les départements de lrfu (p. ex., séminaires, journal club, journée des doctorants).

Recommandations concernant le domaine 2 : Attractivité

Le comité recommande la mise en place d'actions pour corriger la différence de perception (entre l'équipe de direction et les doctorants) sur les mesures d'accompagnement des doctorants. Il faut notamment renforcer la communication envers eux, améliorer l'accompagnement administratif (notamment pour les non-francophones et en gommant le plus possible les différences statutaires). Le comité recommande l'organisation d'un programme de mentorat comme demandé par les doctorants. Par ailleurs le livret d'accueil de l'unité devrait être reconsidéré de manière plus pragmatique du point de vue des utilisateurs (tels que les doctorants, les postdoctorants, les nouveaux entrants non francophones). Ces actions doivent être organisées afin que tous les étudiants, en complément de celles de leur superviseur direct, puissent tous bénéficier du même corpus d'information. Enfin il convient de réfléchir à des moyens de briser l'isolement des étudiants par rapport au reste du campus de Paris-Saclay.

Le comité recommande à l'unité de travailler avec les services centraux du CEA afin de trouver les moyens d'accélérer les procédures de recrutement pour éviter les abandons ou les manques de candidatures.

Recommandations concernant le domaine 3 : Production scientifique

Le comité recommande de maintenir l'excellente production scientifique, tant en qualité qu'en quantité.

Recommandations concernant le domaine 4 : Inscription des activités de recherche dans la société

L'unité devrait développer une réelle politique en matière de diffusion des connaissances et, plus généralement, d'interaction avec le monde non académique, en coordination avec ses tutelles.

L'unité étant très active dans la recherche spatiale internationale, mais également dans la dissémination des savoirs, il serait intéressant de compléter son portfolio d'activités de service à la société en reprenant des activités en diplomatie par la science. Ceci augmentera encore l'excellente visibilité du laboratoire et son empreinte sociétale.

ÉVALUATION PAR ÉQUIPE OU PAR THÈME

Équipe 1 : Pôle instrumental
 Nom du responsable : Mme Florence Ardellier

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

Le pôle instrumental de AIM est organisé autour de cinq laboratoires techniques dont les activités principales s'articulent autour, d'une part, de la maîtrise des chaînes de détection multilongueur d'onde, y compris ses bancs d'essai spécifiques, et, d'autre part, du développement d'instruments spatiaux, y compris les segments sols.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

N/A

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : en personnes physiques au 31/12/2023

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	0
Maîtres de conférences et assimilés	0
Directeurs de recherche et assimilés	9
Chargés de recherche et assimilés	5
Personnels d'appui à la recherche	35
Sous-total personnels permanents en activité	49
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	1
Personnels d'appui non permanents	10
Post-doctorants	0
Doctorants	4
Sous-total personnels non permanents en activité	15
Total personnels	64

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

Le pôle instrumental, fort de ses 64 personnes, possède et démontre une importante capacité à mener de front des R&D amont, des développements d'instrumentation spatiale et sol ainsi que des développements en analyse et exploitation de données.

Une stratégie claire, fédérative et efficace au sein d'AIM est en place pour maîtriser les compétences de la chaîne de détection jusqu'à l'exploitation des données. Ce positionnement historique sur la chaîne de détection est un atout qui a permis au pôle instrumental d'être engagé de façon unique pour un laboratoire spatial français dans les missions spatiales phares de l'astrophysique.

Le pôle instrumental a su mettre en place une stratégie intégrée avec l'Irfu pour positionner AIM en tant que maître d'œuvre d'instrumentations spatiales et de segments sols, proposer son expérience et ses compétences pour les phases compétitives, mener des R&D ambitieuses afin de préparer les besoins des futures missions ainsi que veiller et participer à l'évolution du spatial.

Points forts et possibilités liées au contexte

Le pôle instrumental est structuré en cinq laboratoires très complémentaires et présente une excellente synergie avec les laboratoires d'interprétation de l'unité.

Ce pôle bénéficie d'un environnement très favorable de compétences complémentaires pour ses projets et R&D au sein de l'Irfu. De plus, il a su mettre en place une stratégie de projets intégrée avec l'Irfu qui bénéficie à l'unité.

En parallèle, l'unité s'appuie sur une plateforme et des moyens de tests uniques qui renforcent ses capacités selon les axes suivants : R&D technologique en collaboration pour des systèmes de détection multilongueurs d'onde (tels que des bolomètres polarimétriques et des détecteurs quantiques), développement des instruments de spectro-imagerie et rôle de premier plan dans leur mise en œuvre, expertise technologique et architecture des chaînes de détection spatiales et des plans focaux, et enfin la diffusion des connaissances par le biais de formations à destination des professionnels, d'accueil de stagiaires et de doctorants, et l'enseignement.

L'organisation matricielle croisant les laboratoires et les projets fonctionne très bien. Les projets sont coordonnés et évalués régulièrement en interne et avec l'Irfu. Les priorités sont clairement énoncées et connues du personnel. Le fonctionnement hiérarchique apporte une efficacité dans la maîtrise des projets.

Les missions spatiales ont souvent des plannings tendus et requièrent un haut niveau de technicité et d'engagement de la part des personnels. Les situations de tension fréquentes pour les activités liées aux missions spatiales sont acceptées par les personnels lorsque les conditions de ressources sont assurées ou que le projet peut s'adapter (en termes de planning ou de performance). Les responsables du pôle instrumental en dialogue avec les directions d'AIM et de l'Irfu maîtrisent ces risques et les personnels ont montré un haut niveau de satisfaction et un bel enthousiasme pour leurs activités lors des visites. Un point fort du pôle instrumental est évidemment son personnel, sa technicité et sa motivation, et ceci pour les cinq laboratoires.

Le personnel adhère et contribue à la stratégie proposée. Les capacités du pôle instrumental de prise de responsabilités importantes dans les projets dès la phase amont, soit dans la maîtrise d'œuvre, soit dans l'équipe système, soit dans la livraison de la chaîne de détection, permettent d'assurer un excellent niveau de participation dans les missions, même si certaines de ces missions ne franchissent pas les phases compétitives. Plusieurs réalisations de premier plan illustrent cette excellente complémentarité des cinq laboratoires du pôle instrumental : p. ex., le spectro-imageur Miri (Mid-InfraRed Instrument) du JWST (James Webb Space telescope de la Nasa), la caméra Vis (Visible instrument) et le spectrophotomètre Nisp (near-infrared spectrometer and photometer) à bord de la mission Euclid portée par l'Esa, les instruments MXT (The Microchannel X-ray Telescope) et Eclairs de Svom (Space-based Multi-band Variable astronomical Objects Monitor) et le segment sol (French scientific ground segment), le télescope infrarouge IRT (InfraRed Telescope) de Theseus, le coronographe de Metis, le spectro-imageur X-IFU (X-ray integral field unit) de NewAthena.

Points faibles et risques liés au contexte

Un tiers des permanents du pôle instrumental ont au moins 60 ans. Il existe donc une perte possible de savoir-faire dans les prochaines années.

Il est également identifié un changement de mode de financement pour la R&D avec l'arrêt du labex Focus, même si des sources de financement alternatives sont anticipées.

De manière générale, l'unité est confrontée à la difficulté de positionnement sur des projets de phase 0/A et de sélection des missions spatiales pour les phases compétitives. Cette difficulté est encore plus aiguë pour les applications spatiales des détecteurs submillimétriques et en rayons gamma. Le laboratoire «spectro-imageurs dans l'espace» a su cependant s'adapter à ces risques en variant les applications de détecteurs et de technologies développées.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

La trajectoire du pôle instrumental continue dans la lancée des réalisations passées et se situe donc à un excellent niveau.

La feuille de route des projets spatiaux est très complète et s'étend jusqu'en 2037, avec des contributions variées et de nouvelles sollicitations stratégiques (Prima – probe far-infrared mission for astrophysics – et HWO, deux missions pilotées par la Nasa).

La trajectoire continue de s'appuyer sur une stratégie de positionnement de la chaîne de détection pour des instruments futurs comme Airs (Ariel medium-resolution InfraRed Spectrometer) pour la mission Ariel, la caméra Artemis (Architectures de bolomètres pour des Télescopes à grand champ de vue dans le domaine sub-Millimétrique au Sol) pour APEX (Atacama Pathfinder Experiment) de l'Eso, IRT pour Theseus ou la mission NewAthena.

Elle s'appuie également sur des compétences fines et assez uniques en cryogénie pour Primager, le spectro-imageur de la mission Prima (PRobe far-Infrared Mission for Astrophysics) de la Nasa ou pour Lifebird.

Les projets au sol assurent une complémentarité (p. ex., BlueMuse, équivalent de Muse – Multi Unit Spectroscopic Explorer – de l'Eso optimisé pour le côté bleu du domaine spectral visible) et renforcent le positionnement sur des savoir-faire historiques (Metis sur l'ELT), avec dans ce domaine aussi des opportunités nouvelles (SKA – Square kilometer array).

La mise à niveau de la plateforme et la participation active à l'infrastructure de recherche Paradise sont un atout pour la réalisation des instruments, ainsi que le support au développement de recherche et développement.

Le positionnement sur le NewSpace (développement de nanosatellites en particulier) vient compléter cet excellent tableau avec des missions novatrices par leur configuration (ComCube-S – A swarm of CubeSat-sized Compton telescopes for all-sky detection and polarisation measurements of gamma-ray bursts – piloté par l'Esa, Catch piloté par l'agence spatiale chinoise) et exploratoire (Padre – solar polarization and directionally X-ray experiment – porté par la Nasa), en parallèle de participation à des structures organisationnelles du NewSpace.

Tous ces éléments assurent et renforcent un fort positionnement international du pôle instrumental pour les prochaines années.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Le comité est fortement convaincu de la qualité de la méthode et salue les résultats ainsi que la trajectoire du pôle instrumental. Il adresse ses encouragements à toute l'équipe pour continuer dans cette direction.

Le pôle instrumental a une feuille de route solide et présente un plan de charge qui y correspond, avec du personnel ayant une haute technicité et une longue expérience. Il est important de continuer le dialogue avec les tutelles pour assurer une continuité d'expertise sur les activités des laboratoires du pôle.

Équipe 2 : Laboratoire Modélisation des Plasmas Astrophysiques (LMPA)

Nom du responsable : M. Thierry Foglizzo

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

Les activités de recherche du LMPA sont principalement centrées sur l'étude des processus physiques dans les milieux astrophysiques gouvernés par la gravité, les interactions avec les champs magnétiques et l'hydrodynamique radiative. En particulier, l'équipe se focalise sur la naissance des étoiles et des disques protoplanétaires, la naissance des objets compacts et la mort explosive des étoiles massives, par la modélisation numérique et analytique. La caractérisation des conséquences observables est aussi abordée.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Comme recommandé précédemment, l'équipe a intensifié ses collaborations avec d'autres équipes (LFEMI et LEPCHE). Le résultat sur l'observation des disques protoplanétaires atteste de la synergie avec LFEMI. Le lien entre les simulations et les observations concerne l'équipe LEPCHE, fortement impliquée dans les observations de MXT sur Svom. En particulier, l'embauche d'un chercheur par le CEA et d'un enseignant-chercheur par UPCité a renforcé l'activité sur Svom, et la codirection d'un étudiant en thèse avec les deux équipes est un atout. Malgré un départ, l'équipe s'est globalement renforcée pendant la période d'évaluation.

L'implication dans la mission Lisa (Laser Interferometer Space Antenna, mission de l'Esa consacrée à la détection d'ondes gravitationnelles de basses fréquences), pour laquelle il était recommandé d'allouer les ressources humaines nécessaires, a été intensifiée par l'embauche du responsable scientifique (principal investigator – PI) de Lisa au sein de l'Irfu. Les aspects management et l'implication dans le SNO Lisa restent à préciser.

Le point faible, lié à l'équilibre de genre, demeure, avec cinq hommes permanents pour aucune femme et 10 % de femmes sur des postes non permanents. Une discussion sur la stratégie de l'équipe devrait être envisagée.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : en personnes physiques au 31/12/2023

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	0
Maîtres de conférences et assimilés	2
Directeurs de recherche et assimilés	2
Chargés de recherche et assimilés	1
Personnels d'appui à la recherche	0
Sous-total personnels permanents en activité	5
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	2
Personnels d'appui non permanents	0
Post-doctorants	3
Doctorants	6
Sous-total personnels non permanents en activité	11
Total personnels	16

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

Le LMPA se démarque par son excellence dans le domaine de la modélisation des plasmas de l'Univers, pour comprendre les processus physiques induits par la gravité, l'hydrodynamique radiative et l'interaction avec les champs magnétiques afin de caractériser leurs conséquences observables.

L'une des forces du LMPA réside dans la diversité des sujets étudiés, et dans le fait de s'attaquer aux fondements théoriques et aux processus physiques, en lien avec les observations. Les expertises et les développements théoriques du LMPA essaient aussi bien dans plusieurs laboratoires de AIM, qu'aux niveaux national et international.

Le LMPA mène des projets très reconnus au niveau international, et est à l'origine de publications nombreuses et très citées. Pendant la période évaluée, on dénombre plus de 130 publications, dont 62 avec un premier auteur de l'équipe.

Le LMPA est très dynamique dans ses projets, comme l'attestent les nombreux financements reçus de l'ANR, et de l'ERC. En revanche, un déséquilibre important entre les personnels permanents et non permanents est à noter pouvant mettre en péril l'expertise de l'équipe. Par ailleurs, le LMPA constate la difficulté à recruter du personnel féminin.

Points forts et possibilités liées au contexte

Le LMPA aborde des sujets astrophysiques très variés, de la naissance des étoiles, aux disques protoplanétaires, objets compacts, explosions et signatures multimessagers, pour en étudier les processus physiques en s'appuyant sur des simulations numériques et outils analytiques variés afin de traiter la complexité de la turbulence, des chocs et de l'interaction de la matière avec les champs magnétiques dans ces systèmes (par exemple, en utilisant une description de type magnétohydrodynamique – MHD).

Le LMPA s'attaque à une large palette d'objets astrophysiques, en lien étroit avec des observations (étoiles, disques protoplanétaires, et sursauts gamma avec Svom). Néanmoins, le focus de l'équipe est davantage sur les phénomènes que sur les objets, ce qui lui confère une forte connotation de transversalité. Le lien avec les observations est assuré au moyen d'une collaboration avec les équipes LFEMI et LEPCHE.

De nombreux outils numériques (Ramses, Shark, MagIC, Snoopy, Aenus-Alcar) novateurs ont été initiés par le LMPA et partagés en open source. Un SNO sur Ramses est validé depuis 2023. Le LMPA a joué un rôle moteur dans la création de la base de données Galactica en 2019, pour partager les résultats des simulations à hautes performances (High performance computing – HPC), ainsi que dans la création de la structure Coast (computational astrophysics) transversale à plusieurs départements de l'Ifu, consacrée à améliorer les performances des codes, à les adapter aux nouvelles technologies, et à anticiper l'évolution vers l'exascale.

Les activités du LMPA ont été fortement structurées par deux projets ERC pendant la période 2018–2023, avec un vivier important de doctorants (17) et de postdoctorants (8). LMPA bénéficie d'une forte attractivité nationale et internationale avec l'accueil de plus d'une dizaine de chercheurs, parfois pour plusieurs années.

Les séminaires réguliers au sein du LMPA et la collaboration étroite entre les deux projets financés par l'ERC ont contribué à une très forte dynamique.

En parallèle, le LMPA est impliqué dans plusieurs responsabilités administratives (gestion des ED 127 et 560) et des enseignements (master 2 Plasmas, école polytechnique). Ses membres participent à des comités scientifiques du Cnes (Groupe thématique astronomie astrophysique), des domaines d'intérêt majeur (DIM) de la région Ile-de-France Acav+ (Astrophysique et conditions d'apparition de la vie) et Origines, du Programme national haute énergie du CNRS Terre & Univers. Certains membres exercent des responsabilités dans les SNO ou au Conseil national des astronomes et physiciens (Cnap).

Le LMPA s'est aussi investi dans des activités grand public, par des collaborations avec des artistes (danse contemporaine, théâtre, arts visuels) et participe à de nombreuses interventions dans les médias ou la presse. Le développement de la plateforme «fontaine à supernova» et son utilisation avec le grand public est également une excellente réussite.

On notera que le LMPA joue un rôle moteur au sein du Groupement de recherches (GDR) labos 1point5, du groupe Climat de AIM, et dans la sensibilisation du grand public à l'environnement.

Points faibles et risques liés au contexte

Les activités scientifiques du LMPA sont fortement impactées par la culture « projet » avec les réponses aux appels d'offres de l'ERC et de l'ANR. Une réflexion générale doit être effectuée pour dégager une stratégie sur la pérennisation des compétences.

Le LMPA a, par nature, des liens forts avec des projets observationnels (Noema – Northern Extended Millimeter Array – de l'Institut de radioastronomie millimétrique, Svom, Lisa), mais ne les développe pas toujours, dans le souci de rester dans son cœur de métier, les développements théoriques.

Le LMPA, tout comme le comité, constate l'absence de femmes parmi ses permanents.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

La trajectoire du LMPA montre une cohérence au fil des années. Elle est historiquement marquée par une expertise forte à la fois en modélisation de milieux astrophysiques turbulents soumis aux champs magnétiques et à la gravité, et en calcul numérique à haute performance. L'équipe dispose de plusieurs codes de modélisation et d'analyse qui continuent d'être développés aussi dans le contexte de la structure transversale Coast.

Actuellement, la trajectoire se décline en deux volets. Un premier volet est consacré au processus dynamique multiéchelle de formation des étoiles et des disques protoplanétaires, par des simulations « zoom-in » de type MHD où le champ magnétique et la gravité jouent un rôle crucial. Ces simulations seront comparées avec les régions de formation d'étoiles existantes. Dans ce contexte, deux évolutions sont envisagées : l'une vise à élucider le rôle de la gravo-turbulence et son lien possible avec la fragmentation, l'autre à mettre en évidence le rôle joué par la poussière, de l'échelle galactique à la formation des planétésimaux. L'introduction de la poussière, qui est cruciale non seulement pour la dynamique, mais aussi dans les réactions chimiques, s'inscrit parfaitement dans l'expertise traditionnelle du LMPA concernant la modélisation du milieu interstellaire. Un recrutement récent, associé à une proposition soumise à l'ERC, va renforcer cette activité.

Un deuxième volet est consacré aux explosions stellaires. Dans ce contexte, plusieurs scénarios de formations de magnétars ont été abordés, par des simulations de dynamo convective dans des protoétoiles à neutrons. Dans une évolution future, le LMPA s'attaquera plus particulièrement à la prédiction et l'interprétation des signatures multimessager attendues des explosions. Cette activité est cruciale pour la préparation des futures missions Lisa, Theseus, Einstein Telescope. De nouveaux développements de modèles numériques multiéchelles sont prévus pour interpréter les observations Svom.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Le LMPA doit pérenniser certaines compétences qui reposent sur des non-permanents. Les activités du LMPA sont largement orientées par les projets financés par l'ERC et l'ANR, pouvant à long terme fragiliser certaines thématiques.

Une réflexion sur la stratégie scientifique du LMPA peut être menée, en particulier pour maintenir et renforcer les collaborations avec les observateurs des autres laboratoires de l'unité, dériver les observables dans le cadre des développements théoriques sur les magnétars, et ainsi augmenter l'exploitation scientifique de plusieurs missions (Svom par exemple).

L'expertise scientifique sur les activités expérimentales en lien avec la fontaine à supernova doit être maintenue.

L'équipe est très dynamique et a vu le recrutement récent de deux chercheurs par le CEA, mais aucune femme n'est à noter parmi les permanents.

Sur ce dernier point, une réflexion doit être menée, autant au niveau du laboratoire qu'au niveau de l'unité et sur l'ensemble des actions possibles.

Équipe 3 : Laboratoire Cosmologie et Statistique (LCS)

Nom du responsable : M. Jean-Luc Starck

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

Les thématiques concernent les lentilles gravitationnelles faibles, l'inférence statistique de paramètres cosmologiques, y compris de formation des structures, la génération d'images de galaxies et de catalogues associés en utilisant des méthodes d'intelligence artificielle (apprentissage profond) et des contributions à Euclid (la mesure de la déformation des galaxies par lentille gravitationnelle, la reconstruction de la distribution de matière noire, et l'estimation de paramètres cosmologiques à l'aide de statistiques du second ordre).

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

L'équipe a relevé avec succès les défis détaillés dans le précédent rapport par de nouveaux développements qui ont mené à des publications.

De nouveaux outils statistiques basés sur l'analyse en ondelettes et l'apprentissage profond ont été développés et appliqués en démontrant une amélioration par rapport à des statistiques préexistantes ou permettant d'aider à lever des dégénérescences entre modèles de gravitation modifiée.

L'équipe a adapté ses outils pour les inclure opérationnellement au pipeline du Canada-France Imaging Survey (CFIS), partie de Unions (Ultraviolet Near Infrared Optical Northern Survey). Elle a également collaboré à la préparation d'un catalogue de 100 millions de galaxies, ainsi que pour son analyse qui s'étendra dans les deux prochaines années.

Le LCS a également appliqué des techniques d'apprentissage profond à la reconstruction de la distribution de matière sur des données réelles de lentillage faible.

De façon remarquable, le LCS a exporté ses méthodes et ses codes développés en radio-interférométrie à l'imagerie par résonance nucléaire, trouvant une application importante en imagerie cérébrale. Le code développé est aussi utilisé en microscopie électronique et en tomographie.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : en personnes physiques au 31/12/2023

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	0
Maîtres de conférences et assimilés	0
Directeurs de recherche et assimilés	1
Chargés de recherche et assimilés	3
Personnels d'appui à la recherche	0
Sous-total personnels permanents en activité	4
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	1
Personnels d'appui non permanents	1
Post-doctorants	3
Doctorants	6
Sous-total personnels non permanents en activité	11
Total personnels	15

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe est petite, mais brillante, dynamique, innovante. Elle a produit des résultats et des codes de référence. Elle a su anticiper avec brio trois projets majeurs en cosmologie (CFIS/Unions, le Vera Rubin Observatory, le télescope spatial Euclid de l'EsA), a développé des outils d'analyse statistique et d'images cruciales et se trouve à présent en position de leader pour l'exploitation de leurs données. Son expertise et sa contribution sont indispensables pour atteindre les performances requises pour la réalisation des objectifs scientifiques de la mission Euclid.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'expertise scientifique du LCS est remarquablement large : depuis l'analyse statistique de données cosmologiques aux interprétations théoriques fondamentales en passant par la reconstruction du signal.

L'équipe a régulièrement obtenu l'accès à des calculateurs haute performance avec un nombre d'heures de calcul important et un bon taux de succès dans les appels à simulations et à financement.

L'équipe est interdisciplinaire avec beaucoup de doctorants. Elle soutient fortement et encadre efficacement ses jeunes chercheurs. Elle a supervisé 43 doctorants et postdoctorants dont 35 ont à présent un poste permanent dans le secteur académique ou privé.

Le LCS utilise des méthodes complexes, à plusieurs niveaux (modèles, simulations, apprentissage profond sur simulations, inférence statistique) qui peuvent être source d'erreurs d'approximations voire d'aberration (notamment le surapprentissage ou l'hallucination pour l'IA). L'équipe en est toutefois bien consciente, consacrant une attention particulière à la reproductibilité et la validation de ses résultats. Elle travaille d'ailleurs en toute transparence, publiant ses codes librement sur internet et elle encourage ses jeunes chercheurs à suivre cette valeur de transparence.

L'équipe a une production scientifique impressionnante avec 245 articles dans des revues à comité de lecture.

Points faibles et risques liés au contexte

Les défis envisagés pour les cinq prochaines années comprennent surtout l'application des résultats, codes et méthodes aux télescopes Euclid (spatial), Vera Rubin (terrestre) et à l'interféromètre radio SKA. Ce sont évidemment des enjeux majeurs qui vont fortement impacter l'équipe. Toutefois, il est important pour l'équipe de ne pas exclusivement capitaliser sur ses outils et de continuer ses développements, y compris au niveau fondamental.

L'équipe est la plus petite de AIM. Le taux élevé de personnels non permanents est identifié comme une faiblesse et peut effectivement conduire à court terme à des difficultés dans l'encadrement des doctorants et postdoctorants, le suivi à long terme des recherches et la recherche de financement.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

L'équipe identifie un premier défi pour la prochaine décennie : analyser la formidable moisson de données d'Euclid et du télescope Vera Rubin, avec potentiellement de belles découvertes à la clé. L'équipe a développé des outils statistiques innovants qui ont un potentiel important pour l'élucidation de la nature de la matière noire et de l'énergie sombre, par exemple, en discernant cette dernière d'une constante cosmologique.

Le second axe est prospectif, projetant d'exploiter les outils développés pour Planck puis Euclid au projet de radio-interférométrie SKA et de réaliser une synergie entre les deux projets. On notera que le projet Tosca (Lentilles gravitationnelles faibles pour la cosmologie : optimisation de la synergie entre Euclid et SKA), financé par l'ANR, est en cours sur ce sujet.

Il n'y a malheureusement pas de développement identifié ni de stratégie pour l'axe « IA » (intelligence artificielle), pourtant reconnu comme l'un des deux thèmes principaux actuels avec la cosmologie par les lentilles gravitationnelles. De même, l'équipe indique dans ses forces des aspects théoriques fondamentaux

comme la nature de l'énergie noire, la matière sombre et les alternatives à la relativité générale. Ceci implique de renforcer l'expertise en interne ou de développer des synergies avec d'autres équipes de cosmologie théorique.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Le comité recommande de consacrer des ressources pour continuer à investir dans des questions et méthodes pionnières, telles que celles envisagées pour SKA, et de se positionner sur les projets majeurs qui suivront.

Le comité recommande de réfléchir à consolider l'accès de l'équipe aux données du Legacy survey of space and time (LSST) grâce à l'obtention d'un second ticket.

Une suggestion pour un axe de développement complémentaire autour des techniques d'IA serait le travail sur la validation et les limitations de ces techniques émergentes : détermination de critères scientifiques objectifs d'évaluation des résultats obtenus par IA comme par inférence. La simple reproduction de résultats par d'autres codes n'est pas suffisante pour s'assurer de la fiabilité d'une méthode et de ses résultats. L'équipe est pionnière en ces matières d'application d'IA en cosmologie, elle est en bonne position pour définir des tests, des estimateurs quantitatifs (mesures de fiabilité), des protocoles et des procédures qui pourront faire référence dans la communauté scientifique. Ce travail débordera d'ailleurs du cadre de la seule cosmologie. Il serait intéressant de collaborer avec des laboratoires de mathématiques appliquées ou d'informatique théorique afin de renforcer les résultats empiriques de l'équipe sur les questions de convergence des méthodes, de robustesse et de validité des approximations.

Du point de vue de la diffusion des savoirs, le comité recommande également à l'équipe de partager avec le grand public l'ontologie de la statistique en science, la transparence et la reproductibilité, ainsi que de continuer à investir dans les activités de diplomatie scientifique.

Équipe 4 : Laboratoire Étude des Phénomènes Cosmiques à Haute Energie (LEPCHE)

Nom du responsable : M. Jérôme Rodriguez

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

Le LEPCHE s'intéresse à comprendre et à caractériser les phénomènes astrophysiques les plus énergétiques du point de vue de la physique fondamentale, en s'appuyant sur des observations multilongueurs d'onde. Elle étudie les mécanismes à l'œuvre dans les sources transitoires de différents types, la physique et l'abondance des éléments dans les restes de supernova, la physique des chocs et de l'accélération des particules et des rayons cosmiques. L'équipe est impliquée dans plusieurs missions internationales (Integral – International Gamma-Ray Astrophysics Laboratory –, Svom) et dans les futurs projets (CTA – Cerenkov telescope array –, Theseus).

L'équipe développe aussi des logiciels pour la réduction des données et leur analyse, des techniques d'analyse spécifiques, permettant la production de catalogues (p. ex., pour le Fermi Gamma-ray Space Telescope), et collabore avec d'autres équipes de AIM.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

En réponse aux recommandations du précédent rapport, l'équipe a renforcé son implication dans la physique des transitoires pour préparer le retour scientifique de Svom en accueillant deux spécialistes des études multilongueur d'onde de Gamma-ray bursts (GRB) et des éruptions de magnétars.

Quant à son implication dans MeerKAT (Karoo Array Telescope, précurseur de SKA), l'équipe s'appuie sur des collaborations fortes dans le projet ThunderKAT (The HUNT for Dynamic and Explosive Radio transients with meerkAT), avec des responsabilités dans la détection et le suivi des trous noirs transitoires en accréation, avec un doctorant inclus dans ces études.

L'équipe a mené en 2023 une réflexion sur l'évolution et la définition des périmètres des deux pôles afin d'avoir une meilleure synergie, et améliorer la communication. Un journal club a été mis en place en 2021 et des séminaires réguliers sont organisés.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : en personnes physiques au 31/12/2023

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	1
Maîtres de conférences et assimilés	1
Directeurs de recherche et assimilés	5
Chargés de recherche et assimilés	3
Personnels d'appui à la recherche	0
Sous-total personnels permanents en activité	10
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	3
Personnels d'appui non permanents	0
Post-doctorants	2
Doctorants	6
Sous-total personnels non permanents en activité	11
Total personnels	21

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe est active, attractive et dynamique. Elle présente une remarquable production et bénéficie d'excellentes collaborations en interne et à l'international sur des projets spatiaux de premier plan dans le domaine des phénomènes transitoires de hautes énergies. L'équipe est également active dans le service à la société, notamment grâce à un projet innovant de science collaborative autour des kilonovae. Des points faibles subsistent autour de la communication interne et de la parité dans les postes permanents. L'équipe est également fortement dépendante de l'adoption de la mission Theseus par l'Esa en 2027.

Points forts et possibilités liées au contexte

Les phénomènes transitoires de haute énergie représentent un domaine qui couvre un large périmètre, avec plusieurs interactions avec les autres équipes de l'unité. L'équipe a une expertise reconnue dans les analyses multilongueur d'onde en lien avec l'exploitation de plusieurs missions et télescopes, actuels (Integral, MeerKAT, XMM-Newton, Svom) et futurs (CTA, NewAthena, Theseus).

La participation forte et très visible à Svom assure une attractivité incontestable. L'équipe Svom du LEPCHE participe activement à la calibration d'Éclairs, à la modélisation des sursauts et de leur rémanence ainsi qu'aux observations optiques permettant de mesurer leur décalage spectral vers le rouge.

L'équipe développe des techniques d'analyse et des logiciels novateurs (p. ex., un algorithme de réduction de données pour CTA). Elle est également à la pointe de la production de catalogues de sources détectées par Fermi.

Les compétences instrumentales du LEPCHE sont internationalement reconnues et se traduisent par des responsabilités clés sur Svom (responsable scientifique de MXT, co-investigateur de Éclairs) et sur CTA (responsable de l'algorithme de réduction des données, traitement des données, etc.), ainsi qu'un responsable scientifique et un coresponsable scientifique du télescope infrarouge sur Theseus. L'accès au programme cœur des données de la mission XRISM (X-Ray Imaging and Spectroscopy Mission, développée par la Jaxa et la Nasa) est facilité par la responsabilité de scientifique associé. Enfin, l'équipe a une responsabilité au niveau européen pour les observations de suivi au sol des alertes de la sonde chinoise Einstein Probe émises au travers du réseau VHF de Svom.

L'équipe dirige un projet de science participative très visible, « Kilonova-Catcher », qui implique des astronomes non professionnels pour le suivi de contreparties optiques des sources d'ondes gravitationnelles par le biais d'un réseau d'alerte international.

Plusieurs membres de l'équipe exercent des responsabilités scientifiques et d'administration de la recherche. Ils sont impliqués dans l'organisation de conférences internationales clés dans ce domaine. Ils interviennent également dans l'enseignement et auprès du grand public.

Une ouverture sur un projet universitaire de nanosatellite Compol (A Compton polarimeter in a Nanosat) est en bonne voie, avec un modèle de vol prévu pour 2025, tout comme le projet IOD (In-Orbit Demonstration de l'Esa) de deux nanosatellites en vue de la mission ComCube-S pour la détection et l'étude de la polarisation des GRB.

Points faibles et risques liés au contexte

Les points faibles identifiés par l'équipe doivent faire l'objet d'un examen approfondi pour trouver des solutions en interne ou au niveau de l'unité. Ils concernent l'amélioration de la communication interne entre les deux pôles du LEPCHE et des autres laboratoires, et de la parité homme-femme dans les personnels permanents.

Le retour scientifique sur Svom à court terme repose sur plusieurs personnels non permanents, soit deux postdoctorants et deux doctorants, avec des objectifs forts sur le retour de la mission dans différents domaines comme l'interprétation des sursauts gamma et de leur « afterglow » et le suivi des galaxies hôtes en optique. Ces expertises ne sont pas encore pérennisées en vue de la préparation à Theseus et à plusieurs autres projets du LEPCHE.

La décision sur la sélection finale de Theseus aura lieu fin 2026. La décision aura un impact fort en cas de non-sélection de la mission.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

Le LEPCHE a une longue expérience dans l'étude des sources de haute énergie, depuis la préparation des projets jusqu'à l'exploitation, l'interprétation et la modélisation des résultats.

Son expertise scientifique et technique, et son implication dans plusieurs projets internationaux d'envergure sur les détections d'événements transitoires, permettront au LEPCHE un retour scientifique important. L'équipe va pouvoir à court terme exploiter les observations de Einstein Probe et de Svom.

Reconnu également pour ses algorithmes de réduction de données, le LEPCHE doit rester visible dans les gros consortiums internationaux, en conservant des rôles de leader. Ce sera le cas pour Theseus, mais le positionnement sur les autres projets reste à clarifier.

Plusieurs défis liés aux phénomènes violents associés aux objets compacts reposent sur des programmes déjà mis en place, tels que le croisement des alertes du LSST avec celles des satellites à rayons gamma (y compris Svom) par un réseau mondial de télescopes (Grandma – Global Rapid Advanced Network Devoted to the Multi-messenger Addicts), qu'il reste à exploiter.

Plusieurs catalogues de sources sont prévus aussi avec Svom (GRB, binaires à rayons X, magnétars) et les seize ans d'observation de Fermi (amélioration de la localisation de toutes les sources du Fermi Point Source Catalog original).

Dans le domaine radio, la participation à MeerKAT ouvre la voie à une implication à SKA, et offre un accès à un large éventail de sujets, liés à des phénomènes transitoires. L'équipe LEPCHE doit clarifier pour le futur son positionnement vis-à-vis de SKA, et préparer le retour scientifique de CTA.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

L'implication instrumentale forte du LEPCHE sur la mission Svom doit s'accompagner d'un retour scientifique de la mission, démontré depuis peu par l'embauche de postdoctorants et doctorants. Cet effort doit être poursuivi.

Un rééquilibrage du ratio hommes - femmes parmi les permanents doit être pensé en parallèle d'une réflexion sur les futurs profils de postes liés aux remplacements de permanents en fin de carrière. Il conviendra d'établir pour la prochaine période des priorités liées aux objectifs scientifiques de projets (en cours et futur), en particulier pour SKA, CTA, et d'assurer une transmission des expertises auprès des plus jeunes.

Au-delà de sa très forte expertise instrumentale et de la bonne accroche à la science participative, le LEPCHE doit s'attacher à mieux préparer et organiser l'implication scientifique et les retours scientifiques avec l'arrivée de Svom et CTA, en tirant profit des liens potentiels avec les autres laboratoires de l'unité. La seule production de catalogues ne peut être un axe fort. Elle doit être intégrée dans la préparation des retours scientifiques. L'équipe a bien saisi l'importance de l'astronomie multimessagers et se place en bonne position pour y entreprendre des travaux significatifs.

Le LEPCHE doit réfléchir à sa stratégie pour maintenir son expertise instrumentale en cas de non-sélection de Theseus, et définir ses priorités sur les différentes opportunités de projets tout en maintenant un retour scientifique fort sur les projets ou missions sélectionnés (MeerKAT, CTA, Svom, XRISM, NewAthena).

Équipe 5 : Laboratoire Dynamique des Étoiles, des exoplanètes et de leur environnement (LDE3)

Nom du responsable : M. Stéphane Mathis

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

Le LDE3 travaille sur la physique stellaire, la physique solaire et les exoplanètes.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Un point de vigilance était présent concernant la représentation des femmes parmi les personnels permanents. Depuis l'équipe a recruté deux astronomes adjointes en 2022 et 2024. On peut souligner également l'obtention par deux doctorantes et une postdoctorante du prix L'Oréal - UNESCO, qui, en plus de l'excellence de ces chercheuses, montre le soutien dont bénéficient les femmes au sein de cette équipe.

Le recrutement de 2024 répond par ailleurs à une autre recommandation, à savoir le recrutement d'un observateur sur la thématique exoplanètes.

L'équipe présente l'objectif « Characterisation of the atmosphere of exoplanets and associated modeling » comme « fully achieved ». C'est pour le moins exagéré pour une thématique en pleine évolution.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : en personnes physiques au 31/12/2023

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	0
Maîtres de conférences et assimilés	1
Directeurs de recherche et assimilés	4
Chargés de recherche et assimilés	1
Personnels d'appui à la recherche	0
Sous-total personnels permanents en activité	6
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	2
Personnels d'appui non permanents	1
Post-doctorants	6
Doctorants	7
Sous-total personnels non permanents en activité	16
Total personnels	22

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

Les travaux de l'équipe s'articulent autour de l'étude du Soleil et des interactions entre étoiles et (exo-)planètes. Le comité salue l'excellence de cette équipe et des travaux menés au cours des cinq dernières années. Les membres de l'équipe occupent des rôles clés dans un nombre important de missions spatiales majeures (JWST, Solar Orbiter, Plato, Ariel). Ils sont également actifs dans la préparation des futures missions HWO (portée par la Nasa) et Life (Large Interferometer For Exoplanets, proposé par un consortium européen).

L'équipe joue aussi un rôle important dans le développement de simulations numériques lourdes. L'effectif est réduit, avec un déséquilibre entre personnel permanent et non permanent, mais un nouveau recrutement en 2024 tend à réduire ce problème.

Points forts et possibilités liées au contexte

Deux points forts se dégagent concernant cette équipe. Le premier concerne les exoplanètes et l'exploitation optimale du contexte favorable lié au développement de l'instrument Miri du JWST à AIM. En effet, les membres de l'équipe ont contribué à détecter des molécules comme le SO₂ (dioxyde de soufre) et des nuages de silicates dans les atmosphères d'exoplanètes comme WASP-107b, ainsi que l'émission thermique des planètes rocheuses Trappist-1b et 1c. Ces travaux ont permis de modifier les modèles de composition et de dynamique des atmosphères exoplanétaires.

Le deuxième point fort concerne la météorologie spatiale. Des travaux sur le cycle solaire et le champ magnétique solaire ont abouti au développement de l'outil « Solar Predict » pour la prévision du cycle du Soleil, utilisé par le portail de météorologie spatiale de l'Esa. Les résultats de l'équipe sur la caractérisation de l'état magnétique et de la rotation interne du Soleil et des étoiles de type solaire ont modifié notre compréhension de l'interaction entre la rotation et la convection dans ces étoiles. De plus, des solutions théoriques au « convective conundrum », un défi clé pour les simulations de la convection solaire à haute résolution, ont été proposées dans le cadre d'une thèse. L'équipe a développé le premier modèle couplant une dynamo stellaire avec un vent MHD, permettant de mieux comprendre comment le Soleil contrôle son héliosphère, ce qui est crucial pour la mission Solar Orbiter. Ils ont également simulé la propagation des éjections de masse coronale (coronal mass ejection, CME) et leur impact sur le rayonnement cosmique, modifiant ainsi la compréhension de l'interaction entre le vent solaire et le milieu interplanétaire. Ces travaux ont un impact sociétal fort, qui est compris et assumé par les membres de l'équipe. En plus de l'outil Solar Predict, l'équipe communique auprès du grand public sur ces travaux.

On peut saluer également d'autres réalisations importantes, telles que :

- l'utilisation de l'IA pour analyser les données astérosismologiques des missions Kepler, son prolongement Kepler 2, et TESS (Transiting Exoplanet Survey Satellite) de la Nasa, améliorant la caractérisation des étoiles pulsantes et l'estimation de leur gravité de surface, un indicateur clé de leur âge.
- le rôle clé dans la préparation de la mission Plato de l'Esa, développant des outils pour l'analyse de la rotation stellaire, l'activité magnétique et l'évolution dynamique des systèmes étoile-planète. Cela comprend la modélisation de la rotation différentielle et de l'action dynamo dans les étoiles cibles de Plato, ainsi que les interactions planétaires.

Points faibles et risques liés au contexte

Le comité n'a pas identifié de point faible pour cette équipe.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

L'équipe joue actuellement un rôle leader sur ses thématiques de prédilection, et son positionnement sur les projets majeurs (exploitation des données issues de Solar Orbiter, des missions Plato et Ariel à venir pour les exoplanètes) est tout à fait cohérent. Les derniers recrutements sur ces thématiques devraient contribuer au succès de ces projets.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Le comité encourage l'équipe à poursuivre les travaux menés au cours des cinq dernières années, en particulier les travaux actuels et futurs sur les exoplanètes (JWST et Ariel) et ceux en météorologie spatiale, avec des simulations numériques qui intègrent le GPU (Graphic processing unit), et dont l'impact sociétal est bien pris en compte. Le comité encourage par ailleurs les efforts faits pour féminiser l'équipe et valoriser les travaux des femmes.

Avec la prise de direction de l'unité par l'actuel responsable de l'équipe, le comité recommande d'être vigilant, en particulier quant au maintien de l'activité au sein du projet 4D-stars financé par le dispositif Synergy de l'ERC.

Équipe 6 : Laboratoire Formation des Étoiles et milieu Interstellaire (LFEMI)

Nom du responsable : M. V. Leboutellier

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

Le LFEMI travaille sur le milieu interstellaire et la formation stellaire et planétaire, par une approche observationnelle.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Le précédent rapport portait des recommandations concernant les étudiants en thèse : la diversité de leur support financier, leur nombre jugé insuffisant au regard du nombre de personnels permanents, de la taille du laboratoire et de l'ambition des projets. Des actions ont ainsi été menées pour améliorer la situation durant la période : une meilleure coordination pour répondre aux appels d'offres a permis de diversifier les sources de financement, et l'obtention de trois habilitations à diriger des recherches pour des personnels permanents a permis un encadrement plus diversifié et abondant. Ainsi, dix-sept étudiants en thèse ont pu être encadrés durant la période au lieu de dix au cours de la période précédente.

Un point de vigilance était mentionné concernant les synergies au sein même de l'équipe, qui semblent avoir été améliorées au travers de l'outil de décomposition de la distribution spectrale d'énergie des poussières.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : en personnes physiques au 31/12/2023

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	1
Maîtres de conférences et assimilés	0
Directeurs de recherche et assimilés	6
Chargés de recherche et assimilés	5
Personnels d'appui à la recherche	0
Sous-total personnels permanents en activité	12
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	1
Personnels d'appui non permanents	0
Post-doctorants	2
Doctorants	5
Sous-total personnels non permanents en activité	8
Total personnels	20

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe est fortement impliquée dans la mise en service d'instruments clés pour la communauté, leur exploitation dans de grands programmes et la préparation du futur. Les résultats démontrent la pertinence de son approche scientifique, soutenue par l'obtention de financements compétitifs. L'équipe a contribué à des avancées technologiques majeures avec les détecteurs bolométriques submillimétriques pour la polarimétrie. Au regard des évolutions d'effectifs à court terme et des incertitudes liées à la sélection de projets instrumentaux, l'équipe doit rester vigilante pour maintenir son niveau d'excellence.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe maîtrise tous les maillons de la chaîne allant du développement instrumental à l'exploitation des données, avec une expertise précieuse et reconnue au niveau international. Ses membres étudient collectivement et de façon cohérente toutes les échelles spatiales du milieu interstellaire, avec une approche observationnelle multilongueur d'onde couplée à des modèles de pointe et à des simulations leur permettant d'obtenir des résultats à fort impact.

L'équipe déploie un dynamisme et de nombreux efforts pour être présente et contribuer aux projets structurants du domaine, que ce soient les futurs télescopes et observatoires, leurs instruments ou les missions spatiales.

Points faibles et risques liés au contexte

Le champ thématique étant très large, il est parfois difficile pour les membres de cette équipe d'avoir de vraies synergies. Ce point est en amélioration depuis la dernière période, mais l'effort devra être maintenu notamment au regard des départs qui vont avoir lieu au cours de la période à venir. De même si les membres de l'équipe sont fortement impliqués dans toute la chaîne de développement jusqu'à l'exploitation des instruments, la dépendance envers les plannings des observatoires et des missions peut être imposante, voire néfaste. Les risques et incertitudes qui en résultent doivent être mieux intégrés à l'exercice de prospective. Enfin, les projets ayant reçu les financements les plus conséquents ont focalisé les travaux récents sur la gamme de longueurs d'onde qui va de l'infrarouge au domaine submillimétrique, au détriment d'un maintien fort de l'expertise dans le domaine ultraviolet (UV), importante pour les projets à venir.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

Le document mentionne des projets instrumentaux au conditionnel comme Spica (SPace Infrared telescope for Cosmology and Astrophysics, abandonné en 2020 par la Jaxa), ou les projets Prima et Saltus (Single Aperture Large Telescope for Universe Studies). L'étude des disques protostellaires est un des piliers de la trajectoire de l'équipe, mais reconnue comme fragile, car dépendant fortement d'un recrutement (ou d'une mobilité) pérenne sur ce thème. Enfin, si HWO est une réelle possibilité, l'équipe semble peu préparée à l'exploitation du domaine UV, en partie au regard des implications dans les autres projets.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

L'équipe doit renforcer ses effectifs pour garantir son implication sur les projets ambitieux qu'elle souhaite porter.

Elle doit également veiller à féminiser ses effectifs, d'autant que le domaine thématique le permet.

Si les synergies internes à l'équipe semblent s'être améliorées, la vigilance reste de mise sur ce point. Les synergies avec les autres équipes (en particulier LMPA) sont potentiellement menacées et doivent donc être consolidées.

Une stratégie de positionnement sur les projets futurs avec une étude des risques associés (avec et sans Prima) devrait être mise en place. Il serait souhaitable qu'une réflexion prospective soit engagée rapidement compte tenu de ce contexte instrumental incertain et de la baisse des effectifs de l'équipe dans le futur proche.

Équipe 7 : Laboratoire Cosmologie et Evolution des Galaxies (LCEG)

Nom du responsable : M. Frédéric Bournaud

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

Le LCEG étudie la formation, l'évolution et les propriétés physiques des grandes structures cosmologiques, des amas de galaxies, des galaxies elles-mêmes et de leur structure interne, jusqu'aux échelles de formation des étoiles. Ces structures sont analysées à travers le temps cosmique, depuis la naissance des premières galaxies jusqu'à l'Univers proche, à la fois par des observations multilongueur d'onde, par des simulations cosmologiques et par des simulations de l'évolution des galaxies.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Le précédent rapport a été très élogieux quant à la production scientifique, qui est restée excellente durant la période évaluée. Les recommandations portaient essentiellement sur les besoins en recrutement. Elles ont été suivies avec succès, sauf une qui n'a pas encore pu être réalisée : la nécessité de renforcer l'expertise sur le gaz intergalactique et intragalactique à grand décalage spectral vers le rouge (redshift).

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : en personnes physiques au 31/12/2023

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	3
Maîtres de conférences et assimilés	0
Directeurs de recherche et assimilés	3
Chargés de recherche et assimilés	7
Personnels d'appui à la recherche	0
Sous-total personnels permanents en activité	13
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	3
Personnels d'appui non permanents	0
Post-doctorants	2
Doctorants	6
Sous-total personnels non permanents en activité	11
Total personnels	24

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe est très active et collaborative. Elle fournit un nombre impressionnant de résultats scientifiques de premier plan grâce à une synergie d'expertises thématiques, de l'Univers proche à l'Univers lointain, et de moyens d'analyse. Elle exploite à la fois des observations de pointe (ALMA – Atacama large millimeter and submillimeter array, JWST, VLT, Iram – Institut de radioastronomie millimétrique – et Euclid), des simulations numériques à diverses échelles et la théorie.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe se distingue par une approche globale en termes d'échelles (formation d'étoiles, galaxies, amas de galaxies, structures à grande échelle), et de méthodes (observations multilongueurs d'onde, simulations, théorie). La forte synergie entre les observateurs et les numériciens a produit des résultats à très fort retentissement mondial, comme la détection inattendue d'une population de galaxies massives très tôt dans l'histoire de l'Univers avec le JWST.

L'interaction continue entre les observations et les simulations est très fructueuse pour l'interprétation des données. Les interactions entre équipes de AIM ou avec celles de l'Irfu, dont plusieurs thèses en cosupervision, et les collaborations internationales, en particulier sur les programmes JWST et Euclid, sont très actives.

Le taux de citation de l'équipe est excellent, ainsi que le taux de réussite dans l'obtention de temps d'observation et de temps de calcul.

Toutes les sources de financement sont exploitées pour maintenir un nombre élevé d'étudiants et de postdoctorants. L'attractivité de l'équipe est également démontrée par quatre mobilités entrantes pendant la période de référence, avec un chercheur au CNRS, deux astronomes formellement recrutés à l'OsU PS, et un professeur de l'université Paris-Saclay. D'autre part, l'équipe comprend des membres exceptionnellement actifs dans le domaine de la vulgarisation.

Points faibles et risques liés au contexte

L'équipe a obtenu moins de financements européens au cours de cette période que par le passé, en l'occurrence un financement FET-HPC – Future and Emerging Technologies for High Performance Computing du programme H2020 – pour les simulations, même si d'autres ressources ont permis de compenser la majeure partie de l'écart.

La parité et la pyramide par âge des membres permanents se sont améliorées, mais les efforts doivent être poursuivis. Beaucoup de titulaires sont isolés dans leur domaine d'expertise thématique ou méthodologique. En particulier, l'équipe a besoin de renforcer son expertise sur le gaz intergalactique et intragalactique à haut redshift. Le domaine des rayons X est également en sous-effectif.

Les simulations numériques dépendent de développements réalisés par d'autres équipes ou laboratoires et l'évolution rapide des supercalculateurs (GPU, exascale) engendre une grande incertitude sur la façon dont les futurs codes traiteront les problèmes astrophysiques en termes de performance et de précision.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

L'équipe est fortement impliquée dans les grandes missions spatiales (JWST, XMM-Newton Heritage) et au sol, et dans de nombreuses collaborations internationales (grands relevés Goods, Candels, Ceers, XMM programs, Euclid, etc.). Ces projets alimentent largement ses thématiques. En particulier, Euclid est une mine d'or pour toute l'équipe, sur des sujets allant des sondes cosmologiques à la physique des galaxies. L'équipe est également investie dans la nouvelle génération de simulations numériques avec le code dyablo.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

L'équipe effectue un travail scientifique de premier plan. Elle a réalisé une bonne autoévaluation et a su identifier ses points faibles. Le comité ne peut que lui recommander de poursuivre sa stratégie d'excellence, en tentant d'éliminer ses points faibles, particulièrement son vieillissement et son faible taux de personnel féminin.

DÉROULEMENT DES ENTRETIENS

DATES

Début : 25 novembre 2024 à 14 h

Fin : 27 novembre 2024 à 17 h

Entretiens réalisés : en présentiel

PROGRAMME DES ENTRETIENS

Début	Fin	Lundi 25 Novembre
	14 h	Huis clos comité
14 h	14 h 1	Introduction Hcéres + présentation du comité
14 h 15	15 h	Présentation générale de l'unité (20 min prés.+25 min discussion) : focus faits
15 h	15 h 3	Pôle instrumental (50 % présentation - 50 % discussions) : focus fait marquant,
15 h 30	16 h	Pause
16 h	16 h 3	Equipe 1 (50 %-50 %) : focus fait marquant, trajectoire
16 h 30	17 h	Equipe 2 (50 %-50 %) : focus fait marquant, trajectoire
17 h	17 h 3	Equipe 3 (50 %-50 %) : focus fait marquant, trajectoire
17 h 30	18 h	Equipe 4 (50 %-50 %) : focus fait marquant, trajectoire
18 h	19 h	Huis clos comité
Début	Fin	Mardi 26 Novembre
8 h 45	9 h	Huis clos comité
9 h	9 h 30	Equipe 5 : (50 %-50 %) : focus fait marquant, trajectoire
9 h 30	10 h	Equipe 6 (50 % présentation-50 % discussion) : focus fait marquant, trajectoire
10 h	10 h 1	Pause
10 h 15	11 h 1	Huis-clos chercheurs et enseignants-chercheurs permanents
11 h 15	12 h	Huis-clos postdoctorants
12 h	13 h	Déjeuner (plateaux repas) + huis-clos comité
13 h	15 h	Visite installations spécifiques
15 h	16 h	Huis-clos personnels d'appui à la recherche (permanents et CDD)
16 h	16 h 4	Huis-clos doctorants
16 h 45	17 h	pause
17 h	17 h 3	Huis-clos chefs de labos
17 h 30	19 h	Huis clos comité
Début	Fin	Mercredi 27 Novembre
8 h 45	9 h 30	Huis clos comité
9 h 30	10 h 3	Huis-clos tutelles (CEA, CNRS, UPCité)
10 h 30	11 h	Huis-clos tutelles + partenaire (CEA, CNRS, UPCité, UParis-Saclay) [ANNULE]
11 h	11 h 3	Huis-clos Franck Sabatié (direction Irfu)
11 h 30	12 h 3	Huis-clos direction
12 h 30	13 h	Déjeuner (plateaux repas)
13 h	17 h	Huis clos comité

POINTS PARTICULIERS À MENTIONNER

Néant.

OBSERVATIONS GÉNÉRALES DES TUTELLES

Le Président

Paris, le 06 février 2025

HCERES
2 rue Albert Einstein
75013 Paris

Objet : Retour de l'Université Paris Cité sur le rapport d'évaluation de l'unité DER-PUR260024805 - AIM

Madame, Monsieur,

L'Université Paris Cité (UPCité) a pris connaissance du rapport d'évaluation de l'Unité de Recherche AIM – Astrophysique, instrumentation, modélisation.

Ce rapport a été lu avec attention par la vice-doyenne recherche et le doyen de la Faculté des Sciences d'UPCité, par notre vice-présidente recherche et par moi-même.

Présidence

Référence

Pr/DGDRIVE/2025

Affaire suivie par

Marine MADANI - DGDRIVE

Adresse

85 boulevard St-Germain
75006 - Paris

Je remercie le comité pour la qualité de son évaluation et vous indique ne pas avoir d'observation de portée générale à apporter.

Je vous prie d'agréer, Madame, Monsieur, l'expression de ma considération distinguée.

www.u-paris.fr

Édouard Kaminski



Référence
MC/NE/VD/2025-068

Faculté des Sciences
Université Paris Cité
5 rue Thomas Mann
75013 Paris

Objet : Dossier DER-PUR260024805 - Évaluation HCERES de l'UMR 7158 AIM - Retour Tutelle Université Paris Cité

Chères et Chers Collègues,

Nous souhaitons par ce courrier remercier les membres du comité de visite pour le temps qu'ils ont consacré à l'évaluation de l'unité AIM, ainsi que pour leur écoute et le travail considérable qu'ils ont accompli.

La Faculté des Sciences est fière de compter l'AIM parmi ses unités de recherche et rappelle la grande qualité de la recherche menée par tous les membres du laboratoire.

Après lecture du rapport provisoire d'évaluation de l'UMR 7158 AIM, la Faculté des Sciences n'a pas de remarque de portée générale.

En vous priant, chères et chers collègues, d'accepter nos chaleureuses salutations.

Maximilien CAZAYOUS
Doyen
Faculté des Sciences
Université Paris Cité



Nathalie EISENBAUM
Vice-Doyenne recherche Faculté
des Sciences
Université Paris Cité



Les rapports d'évaluation du Hcéres
sont consultables en ligne : www.hceres.fr

Évaluation des universités et des écoles

Évaluation des unités de recherche

Évaluation des formations

Évaluation des organismes nationaux de recherche

Évaluation et accréditation internationales



19 rue Poissonnière
75002 Paris, France
+33 1 89 97 44 00

