

Chaire de professeur junior

Ondes gravitationnelles: des détecteurs à l'astronomie multi-messagers

Établissement/organisme porteur : Observatoire de la Côte d'Azur-Université Côte d'Azur

Nom du chef d'établissement/d'organisme : Stéphane Mazevet (OCA),

Site concerné : Observatoire de la Côte d'Azur

Région académique : PACA

Établissements/organismes/entités partenaires envisagés : Université Côte d'Azur, CNRS-INSU

Mots-clés: *donner 5 mots-clés caractérisant le projet scientifique*

Ondes gravitationnelles, laser, optique, analyse des données, astrophysique multi-messagers.

Durée visée: 5 ans

Thématique scientifique: Ondes gravitationnelles et astronomie multi-messagers

Gravitational waves and multi-messenger astronomy

Sections CNU: 29, 30, 34

Date de publication 15/04/2024

Date limite de dépôt de candidature 25/05/2024 17h

Publication des résultats 01/07/2024

Date de prise de fonctions 1/10/2024

Positionnement de la thématique dans la stratégie de l'établissement :

Les ondes gravitationnelles et l'astronomie multi-messagers est l'une des cinq thématiques identifiées comme stratégiques par l'Observatoire de la Côte d'Azur, établissement composante de l'EPE Université Côte d'Azur. Cet axe de recherche a pour objectif de développer de nouvelles technologies des systèmes lasers pré-stabilisés pour les détecteurs d'ondes gravitationnelles actuels (Virgo) et long terme (Einstein Telescope) et de développer l'exploitation scientifique notamment autour des contreparties électromagnétiques. Le développement des détecteurs d'ondes gravitationnelles est une pierre angulaire pour les grands projets internationaux à venir tels que la mission spatiale LISA tandis que l'exploitation scientifique et plus particulièrement l'identification de contreparties électromagnétiques touche à différents domaines de l'astrophysique tels que l'astrophysique stellaire, l'évolution des galaxies, la cosmologie ainsi que l'astrophysique des phénomènes transitoires de haute énergie. L'Observatoire de la Côte d'Azur qui est reconnu au niveau national et international autour de ces deux expertises complémentaires réparties dans deux de ses laboratoires vise à développer cet axe par le biais de recrutement stratégiques par voie de concours CNU, CNAP et CNRS et par le biais du dispositif de chaire de

professeur junior. Cette chaire de professeur junior est ouverte pour l'accès au corps des astronomes. Conformément aux missions des CNAP, le service d'un astronome comprend un service d'enseignement d'une durée annuelle de 66 hETD, complété par un tiers temps sur une activité en lien avec les services nationaux d'observation Virgo ou LISA.

Gravitational waves and multi-messenger astronomy is one of the five strategic themes identified by the Observatoire de la Côte d'Azur, a component of the Université Côte d'Azur. The aim of this research area is to develop new technologies for pre-stabilized laser systems for current (Virgo) and long-term (Einstein Telescope) gravitational-wave detectors, and to develop scientific exploitation, particularly around electromagnetic counterparts. The development of gravitational-wave detectors is a cornerstone for major international projects, such as the LISA space mission, while the scientific exploitation and more specifically the identification of electromagnetic counterparts touches on different fields of astrophysics, such as stellar astrophysics, galaxy evolution, cosmology and the astrophysics of high-energy transient phenomena. The Observatoire de la Côte d'Azur, which is recognized nationally and internationally for its two complementary areas of expertise in two of its laboratories, is aiming to develop this axis through strategic recruitments via CNU and CNRS competitions, and with the Chaire Professeur Junior. This chaire professeur junior is open for access to the corps of astronomers. In line with the CNAP's missions, the astronomer's service includes an annual teaching service of 66 teaching equivalent hours, supplemented by one-third time on an activity linked to the Virgo or LISA national observation service.

Positionnement de la thématique dans la stratégie du laboratoire d'accueil :

La thématique ondes gravitationnelles-multimessagers est l'un des cinq axes stratégique de l'Observatoire de la Côte d'Azur. Le laboratoire ARTEMIS à l'Observatoire de la Côte d'Azur est depuis sa création à l'origine du détecteur d'ondes gravitationnelles Européen Virgo et a fourni la source laser ultra-stabilisée de l'interféromètre. Le laboratoire ARTEMIS continue d'avoir la responsabilité du système laser pré-stabilisé qui englobe des cavités de filtrage ainsi que des systèmes de stabilisation en fréquence et en puissance. Dans ce contexte, le laboratoire a travaillé sur la validation en termes métrologiques et l'intégration des nouvelles technologies de pointe, à savoir les amplificateurs solides et les lasers fibrés. Dans la continuité de ces activités, le laboratoire ARTEMIS est engagé dans le projet Einstein Telescope. Il est, entre autres, co-responsable de la conception du système laser pré-stabilisé au sein de ce projet. Le laboratoire Lagrange à l'Observatoire de la Côte d'Azur possède une forte expertise en astrophysique. Les laboratoires ARTEMIS et Lagrange sont également fortement impliqués dans le futur détecteur spatial, LISA ainsi que dans deux SNO en lien avec Virgo et LISA. L'OCA est responsable de la création des données de niveau L3 (catalogues) de la mission LISA. Avec les laboratoires ARTEMIS et Lagrange, l'Observatoire de la Côte d'Azur se positionne comme un des leaders mondiaux de la science des ondes gravitationnelles avec un rôle moteur dans les analyses des données, le développement de l'astronomie multi-messagers et l'interprétation scientifique des observations. La ou le candidat sera positionné dans le laboratoire ARTEMIS. Une bonne articulation du projet du ou de la professeur junior avec les activités du laboratoire Lagrange sont attendues.

The gravitational-wave -- multimessenger theme is one of the five strategic axes of the Observatoire de la Côte d'Azur (OCA). Since its creation, the ARTEMIS laboratory at the Observatoire de la Côte d'Azur has been at the origin of the European Virgo gravitational-wave detector, and provided the ultra-stabilized laser source for the interferometer. The ARTEMIS laboratory continues to be responsible for the pre-stabilized laser system, which includes filter cavities as well as frequency and power stabilization systems. In this context, the laboratory has been working on the metrological validation and integration of new state-of-the-art technologies, namely solid-state amplifiers and

fiber lasers. Following on from these activities, the ARTEMIS laboratory is involved in the Einstein Telescope project. Among other areas, it is co-responsible for the design of the project's pre-stabilized laser system. The Lagrange laboratory at the Observatoire de la Côte d'Azur has extensive expertise in astrophysics. The ARTEMIS and Lagrange laboratories are also heavily involved in the future LISA space detector, as well as in two SNOs linked to Virgo and LISA. OCA is responsible for creating the LISA mission's L3 (catalog) data. With the ARTEMIS and Lagrange laboratories, the Observatoire de la Côte d'Azur is positioned as one of the world leaders in the science of gravitational waves, with a prominent role in data analysis, the development of multi-messenger astronomy and the scientific interpretation of observations. The candidate will be based in the ARTEMIS laboratory. The junior professor's project is expected to also be well coordinated with the activities of the Lagrange laboratory.

Résumé du projet scientifique :

Ce projet concerne tous les aspects de la science des ondes gravitationnelles. La recherche peut concerner le développement des systèmes lasers pré-stabilisés pour les futurs détecteurs d'ondes gravitationnelles à moyen et long terme. La recherche pourrait concerner la vérification du système optique de LISA, le développement de méthodes d'analyse des données, y compris l'estimation des paramètres, et leur application qui est actuellement crucial pour Virgo, mais également LISA et plus tard Einstein Telescope. L'extraction de résultats astrophysiques et cosmologiques à partir des observations est également stratégique. Le suivi électromagnétique des événements d'ondes gravitationnelles, à savoir l'astronomie multimessagers, est un domaine de recherche qui nécessite l'utilisation d'observatoires existants ou en développement.

This project concerns all aspects of gravitational-wave science. Research may concern the development of pre-stabilized laser systems for future gravitational-wave detectors in the medium and long term. Research could involve the verification of LISA's optical system, the development of data analysis methods, including parameter estimation, and their application which is currently crucial for Virgo, but also LISA and later Einstein Telescope. The extraction of astrophysical and cosmological results from observations is also of strategic interest. Electromagnetic tracking of gravitational-wave events, i.e. multi-messenger astronomy, is an area of research that requires the use of existing or developing observatories.

Résumé du projet d'enseignement :

Conformément aux missions des CNAP, la ou le professeur junior exercera au lieu d'un service d'enseignement un tiers temps sur une activité en lien avec les services nationaux d'observation Virgo ou LISA.

Les besoins du SNO Virgo sont :

- Contributions à l'amélioration de la sensibilité du détecteur Virgo avec en particulier une participation au commissioning du détecteur ainsi qu'à l'implémentation de techniques de squeezing et l'élimination des sources de bruits et d'instabilité.
- Contributions au développement du système d'alertes publiques d'ondes gravitationnelles de Virgo-LIGO-KAGRA et à l'enrichissement des alertes avec des algorithmes rapides d'estimation des paramètres. Ceci implique le développement d'algorithmes, la compréhension de la qualité des données de Virgo et aussi un support aux utilisateurs des alertes de LIGO-Virgo-KAGRA.
- Favoriser la mise à disposition et l'utilisation des données de Virgo. Par données on entend la série temporelle calibrée qui contient les signaux d'ondes gravitationnelles mais aussi toutes les informations sur les sources d'ondes gravitationnelles et leurs interprétations. Il

s'agit en particulier des distributions a posteriori des paramètres des sources qui figurent dans les catalogues publiés par la collaboration LIGO-Virgo-KAGRA. L'objectif est de favoriser l'utilisation des catalogues de sources d'ondes gravitationnelles pour étudier la formation des systèmes binaires d'objet compacts ou pour estimer les paramètres cosmologiques de l'univers.

- Contribution à la production du catalogue des sources transitoires d'ondes gravitationnelles. Il s'agit d'une des missions premières de la collaboration LIGO-Virgo-KAGRA qui a un très grand intérêt pour la communauté astrophysique, comme en témoigne le nombre important de publications qui utilisent les catalogues GWTC-X produits par LIGO-Virgo-KAGRA à la fin de chaque run d'observations en coïncidence avec la mise à disposition des données.
- Développement de technique de traitement du signal pour soustraire des sources transitoires de bruit des données. Ceci implique le développement d'algorithmes, la compréhension de la qualité des données de Virgo et aussi un support aux utilisateurs des données de LIGO-Virgo-KAGRA. Cette tâche de service est un investissement à court (O4, O5), moyen (post O5 et LISA) et long terme (3ième génération de détecteurs d'ondes gravitationnelles).

Les besoins à l'OCA du SNO LISA sont :

- La conception et la mise en œuvre des moyens de tests pour *L'Interferometric Detection System (IDS)*, qui effectue la mesure interférométrique qui permet après traitement d'observer les sources d'ondes gravitationnelles. Cela implique la conception, le développement et la réalisation des équipements de tests au sol. L'OCA est impliqué sur le Beam Simulator (Bsim), les photorecepteurs et la lumière diffusée (Stray Light Optical Ground Support Equipment).
- Le prototypage d'algorithmes permettant la création des produits finaux de la mission LISA, dont les catalogues. L'OCA porte la responsabilité de la Coordination Unit L3 data production du DDPC. Il s'agit de développer les méthodes qui combinent plusieurs les résultats de plusieurs pipeline GlobalFit de manière cohérente, de développer l'infrastructure de la base de données, et de préparer des outils d'interaction avec la base de données et/ou de la visualisation.

In line with the CNAP's mission, the junior professor will be committed to a one-third service, in conjunction with the Virgo or LISA national observation service.

The needs of the Virgo national observation service are:

- Contributions to improving the sensitivity of the Virgo detector, in particular by taking part in commissioning the detector and implementing squeezing techniques and eliminating sources of noise and instabilities.
- Contributions to the development of the public alert system for Virgo-LIGO-KAGRA gravitational wave events and to the enrichment of the alerts with fast parameter estimation algorithms. This involves the development of algorithms, understanding Virgo data quality, and supporting users of LIGO-Virgo-KAGRA alerts.
- Promoting the availability and use of Virgo data. Data refers to the calibrated time series containing the gravitational-wave signals, as well as all the information on the gravitational-wave sources and their interpretations. These include, in particular, the a posteriori distributions of source parameters in the catalogs published by the LIGO-Virgo-KAGRA collaboration. The aim is to promote the use of gravitational-wave source catalogs to study

the formation of compact binary systems, or to estimate the cosmological parameters of the universe.

- Contribution to the production of the catalog of transient gravitational-wave events. This is one of the primary missions of the LIGO-Virgo-KAGRA collaboration, and is of great interest to the astrophysics community, as demonstrated by the large number of publications using the GWTC-X catalogs produced by LIGO-Virgo-KAGRA at the end of each observing run, coinciding with the release of the data.
- Development of signal processing techniques to subtract transient sources of noise from the data. This involves developing algorithms, understanding Virgo data quality, and supporting users of LIGO-Virgo-KAGRA data. This service task is an investment in the short (O4, O5), medium (post O5 and LISA) and long term (3rd generation gravitational wave detectors).

The needs at OCA for the LISA national observation service are:

The design and implementation of test facilities for the Interferometric Detection System (IDS), which will perform interferometric measurements that, after processing, will enable gravitational wave sources to be observed by LISA. This involves the design, development and production of ground test equipment. OCA is involved in the Beam Simulator (Bsim), photoreceptors and Stray Light Optical Ground Support Equipment.

Prototyping algorithms to create the final products of the LISA mission, including catalogs. OCA is responsible for the Coordination Unit L3 data production of the LISA DDPC. This involves developing methods that combine the results of several Global Fit pipelines in a coherent way, developing the database infrastructure, and preparing tools for interaction with the database and/or visualization.

Diffusion scientifique :

Ce projet se déroulera sous l'égide de la collaboration Virgo, de la collaboration Einstein Telescope, et du Consortium LISA. Les résultats scientifiques correspondant seront présentés et discutés au sein de ces collaborations dans le cadre des meetings, workshops et congrès sur la détection des ondes gravitationnelles. Ils seront également présentés lors de conférences sur les lasers et la métrologie optique à audience plus large. Par ailleurs, ils seront publiés dans des revues à comité de lecture sous forme d'article à liste d'auteurs réduite.

Scientific dissemination:

This project will take place under the aegis of the Virgo Collaboration, the Einstein Telescope Collaboration, and the LISA Consortium. The corresponding scientific results will be presented and discussed within these collaborations at meetings, workshops and conferences on gravitational-wave detection. They will also be presented at conferences on lasers and optical metrology with a wider audience. They will also be published in peer-reviewed journals as short-author list articles.

Science ouverte :

Toutes les publications, communications et rapports techniques seront mis à disposition dans le contexte HAL : archives ouvertes. Cela concerne aussi les codes Python et les jeux de données, puisque c'est une exigence des revues dans lesquelles nous publions.

Open science:

All publications, communications and technical reports will be made available like in the HAL repository: open archives. This also applies to Python code and datasets, since this is a requirement of the journals in which we publish.

Science et société :

Les résultats portant sur les observations des ondes gravitationnelles ont été bien accueillis par le grand public. Le ou la professeur présentera ses résultats au grand public sous différentes formes. L'activité de diffusion des connaissances qui fait partie des missions de l'Observatoire de la Côte d'Azur se décline de plusieurs manières par le biais de conférences grand public, de visite guidée et d'évènements ouverts à la presse et au public en lien avec les grands résultats de la discipline.

Science and society:

The results of gravitational wave observations have been well received by the general public. The professor will present his or her results to the general public in various forms. One of the missions of the Observatoire de la Côte d'Azur is to disseminate knowledge in a variety of ways, through public lectures, guided tours and events open to the press and the general public, in connection with the major results of the discipline.

Indicateurs :

Le conseil scientifique de l'Observatoire de la Côte d'Azur, constitué pour moitié de membres extérieurs à l'établissement et nommés par le directeur du CNRS-INSU en fonction de leur expertise scientifique, est en charge du développement de la stratégie scientifique de l'établissement et de l'EPE. Le conseil scientifique a également pour charge l'évaluation des dossiers de carrière et des avancements des personnels CNU rattachés à l'Observatoire de la Côte d'Azur et des membres du corps des CNAP.

Le suivi du déploiement du projet se fera par le biais du conseil scientifique dont une délégation composée pour partie de membres externes du CS et augmentée de membres de l'EPE UCA pour la partie enseignement. Ce conseil mixte permet également une cohérence dans le suivi des CPJ au sein de l'EPE.

Les indicateurs de suivi standard pour ce type de recherche seront déployés:

- nombre de publications et leur nature
- structuration de la thématique ondes gravitationnelles et multimessagers pour l'Observatoire de la Côte d'Azur
- rôle structurant pour le SNO Virgo ou le SNO LISA
- développements d'enseignements innovants autour de ce thème. Une charge d'enseignement de 66h est requise pour les astronomes et physiciens du corps du CNAP.

Indicators :

The Scientific Council of the Observatoire de la Côte d'Azur, half of whose members are external to the establishment and appointed by the CNRS-INSU Director on the basis of their scientific expertise, is responsible for developing the scientific strategy of the establishment and the EPE. The Scientific Council is also responsible for assessing the careers and promotions of CNU staff attached to the Observatoire de la Côte d'Azur and members of the CNAP corps.

The project's deployment will be monitored by the Scientific Council, whose delegation is partly made up of external members of the Scientific Council, with additional members from the EPE UCA for the teaching part. This council also ensures consistency in the monitoring of CPJs within the EPE.

Standard monitoring indicators for this type of research will be deployed:

- number and type of publications
- structuring of the gravitational waves and multimessenger theme for the Observatoire de la Côte d'Azur
- structuring role for SNO Virgo or SNO LISA
- development of innovative teaching programs around this theme. A teaching load of 66 hours is required for CNAP astronomers and physicists.

Modalités de sélection

Condition à remplir :

Être titulaire d'un diplôme de doctorat ou diplôme équivalent, témoigner d'une expérience significative de recherche dans la thématique scientifique de la chaire.

Hold a doctorate or equivalent degree, and have significant research experience in the scientific field covered by the Chair.

Modalités de candidature :

Les candidatures seront déposées exclusivement en ligne sur l'application ministérielle GALAXIE (module FIDIS) : <https://galaxie.enseignementsup-recherche.gouv.fr/antares/can/astree/index.jsp> selon le calendrier suivant :

Ouverture des candidatures : 25 Avril 2024, 10 heures (heure de Paris)

Limite de dépôt des candidatures : 25 Mai 2024, 17 heures (heure de Paris)

Applications must be submitted exclusively online via the ministerial application GALAXIE (module FIDIS) : <https://galaxie.enseignementsup-recherche.gouv.fr/antares/can/astree/index.jsp> according to the following schedule:

Opening of applications: April 25, 2024, 10 a.m. (Paris time)

Application deadline: May 25, 2024, 5pm (Paris time)

Composition du dossier

La liste des pièces obligatoires à fournir est définie par l'arrêté du 22 février 2022, disponible sur le portail GALAXIE.

1. Formulaire de candidature saisi en ligne
2. Une pièce d'identité avec photographie
3. Une pièce attestant de la possession d'un doctorat, tel que prévu à l'article L.612-7 du code de l'éducation ou d'un diplôme dont l'équivalence est reconnue selon la procédure fixée au 1° de l'article 5 du décret du 17 décembre 2021
4. Le rapport de soutenance de la thèse de doctorat ou du diplôme équivalent
5. Fiche de candidature CPJ (doc 5) ci-jointe et complétée (à déposer dans la partie titre et travaux du dépôt des pièces dans le module FIDIS de l'application GALAXIE).
6. Travaux, ouvrages, articles et réalisations

Les documents (2, 3, 4) rédigés en tout ou partie en langue étrangère sont impérativement accompagnés d'une traduction en langue française dont la ou le candidat atteste la conformité sur l'honneur. À défaut le dossier sera déclaré irrecevable.

Composition of the application

The list of mandatory documents to be supplied is defined in the Order of February 22, 2022, available on the GALAXIE portal.

1. Online application form
2. Identification with photograph
3. A document attesting to possession of a doctorate, as provided for in Article L.612-7 of the Education Code, or a diploma whose equivalence is recognized in accordance with the procedure set out in 1° of Article 5 of the Decree of December 17, 2021.
4. Doctoral thesis defense report or equivalent diploma
5. CPJ application form (doc 5) attached and completed (to be filed in the title and work section of the documents filed in the FIDIS module of the GALAXIE application).
6. Works, articles and projects

Documents (2, 3, 4) written in whole or in part in a foreign language must be accompanied by a French translation, the conformity of which the candidate certifies on his or her honor. Failing this, the application will be declared inadmissible.

Toute candidature incomplète à la date limite de dépôt est déclarée irrecevable.

Any application incomplete by the closing date will be declared inadmissible.

Modalité de recrutement :

L'évaluation sera réalisée par une commission de sélection. Selon les dispositions de l'article 9 du décret n°2021-1710 du 17 décembre 2021. La composition sera disponible sur l'application GALAXIE avant le début de ses travaux.

Seuls seront convoqués à l'audition les candidats préalablement sélectionnés sur dossier par la commission de sélection.

Recruitment procedure:

Evaluation will be carried out by a selection commission. In accordance with the provisions of article 9 of decree n°2021-1710 of December 17, 2021. The composition will be available on the GALAXIE application before the start of its work.

Only candidates previously selected by the selection committee will be invited to the interview.

Informations complémentaires

Les candidats convoqués à l'audition pourront faire une présentation publique de leurs travaux de recherche devant, notamment, les membres de l'unité ou des unités où ils ont vocation à être affecté. Cette présentation pourra se faire en présentiel ou par visio-conférence.

La durée de la présentation sera de 30 minutes et elle sera suivie de 30 minutes d'échanges avec la commission de sélection. Elle comportera les éléments suivants : parcours de la ou du candidat, expérience professionnelle, projet de recherche et d'enseignement

L'organisation de cette présentation sera indiquée sur la convocation à l'audition

Additional information

Candidates invited to the interview will be able to make a public presentation of their research work to members of the unit(s) to which they are to be assigned. This presentation may be given in person or by videoconference.

The presentation will last 30 minutes, followed by 30 minutes of discussion with the selection committee. It will include the following elements: the candidate's career path, professional experience, research and teaching projects, etc.

The organization of the presentation will be indicated on the interview invitation.