

AAP MITI 2022

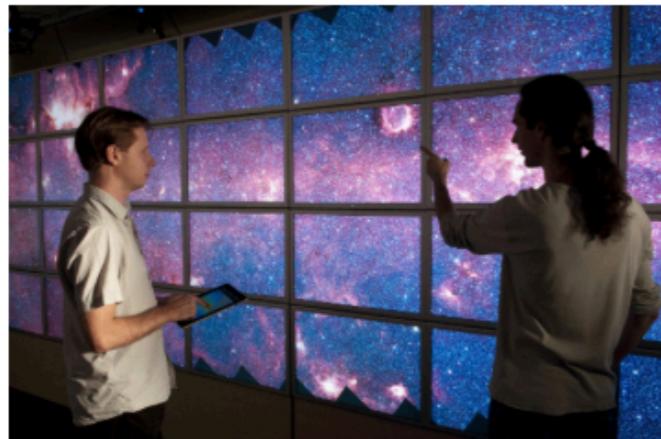
Nouvelles méthodes pour le traitement et l'analyse des données spatiales

S. Babak, J. Bobin, L. Chaoul, M. Le Jeune, J. Malapert, S. Marsat, C. Biscarat, H. Moutarde, H. Nguyen, A. Petiteau, **N. Tamanini**



AAP MITI 2022

Nouvelles méthodes pour le traitement et l'analyse des données spatiales



Le CNRS, à travers la Mission pour les initiatives transverses et interdisciplinaires, lance l'appel à projets « Nouvelles méthodes pour le traitement et l'analyse des données spatiales »

Deadline for application :

21 February 2022 12:00 am

> [déposer une candidature](#)

> [accéder à la plateforme d'échanges](#)

Document(s)

[Texte AAP](#)

[Formulaire de candidature](#)

[Liste des lauréats](#)

2022

La présente **action conjointe CNES-CNRS** vise à stimuler le développement de méthodes innovantes de traitement, d'analyse et d'exploitation scientifique de données spatiales, y compris pour la préparation de futures missions. Elle couvre tous les projets, impliquant des données spatiales ou de télédétection, et toutes les disciplines scientifiques. Plus spécifiquement, le présent appel à projet est axé sur la mise en œuvre de nouvelles coopérations scientifiques interdisciplinaires entre les acteurs du spatial (conception d'instruments et satellites, domaines scientifiques bénéficiant du spatial) et les scientifiques des instituts du CNRS, pour le développement de méthodologies innovantes pour le traitement et l'analyse des données spatiales. Cela concerne notamment la modélisation mathématique et numérique, les méthodes statistiques, les simulations physiquement justifiées, le traitement du signal et des images, l'apprentissage et l'intelligence artificielle, les méthodes de visualisation et de communication scientifique, etc.

AAP MITI 2022

Critères d'éligibilité

- Le projet doit être porté par un personnel scientifique permanent (CR, DR, MCF, PR, IR) **appartenant à une unité du CNRS et/ou du CNES**.
- Le consortium doit réunir **au moins deux équipes d'affiliations différentes. Des projets associant une équipe CNES avec une équipe CNRS seront fortement encouragés.** Dans le cas d'un projet porté uniquement par deux équipes CNRS, le consortium doit réunir **au moins deux unités issues d'au moins deux instituts différents.** A titre exceptionnel, les unités pluridisciplinaires souhaitant fédérer deux équipes travaillant dans des disciplines différentes peuvent postuler.
- Le consortium peut impliquer des partenaires d'autres organismes de recherche que le CNRS ou le CNES, des partenaires étrangers ou des industriels, mais ceux-ci ne peuvent pas être financés.
- **L'interdisciplinarité, la prise de risque, la rupture et le caractère exploratoire** seront les critères clefs pris en compte dans la sélection des projets.
- **La demande budgétaire, sur deux ans maximum, ne doit pas excéder 30 k€ par an.** Seuls quelques projets, sur la base d'une argumentation détaillée, pourront être soutenus à ce montant. La demande budgétaire ne peut concerner **que des dépenses de mission/fonctionnement/équipement/prestations de service en lien avec le projet.**
- **L'accord de la direction d'unité** du porteur est requis.
- À titre exceptionnel, **une gratification de stage (3 à 6 mois) pourra être accordée**, dont le financement sera directement notifié à la DR. Le ou la stagiaire doit être recruté(e) par une unité CNRS. Sa convention de stage est établie par la Délégation Régionale dont il dépend. **Le montant de la gratification de stage demandée ne doit pas figurer dans le budget global du projet scientifique.**
- **Le projet pourra être renouvelé pour une seconde année après évaluation par le comité scientifique et selon le budget de la Mission pour les initiatives transverses et interdisciplinaires.**

AAP MITI 2022

Critères d'éligibilité

- Le projet doit être porté par un personnel scientifique permanent (CR, DR, MCF, PR, IR) **appartenant à une unité du CNRS et/ou du CNES.**
- Le consortium doit réunir au moins deux équipes d'affiliations différentes. Des projets associant une équipe CNES avec une équipe CNRS seront fortement encouragés. Dans le cas d'un projet porté uniquement par deux équipes CNRS, le consortium doit réunir au moins deux unités issues d'au moins deux instituts différents. A titre exceptionnel, les unités pluridisciplinaires souhaitant fédérer deux équipes travaillant dans des disciplines différentes peuvent postuler.
- Le consortium peut impliquer des partenaires d'autres organismes de recherche que le CNRS ou le CNES, des partenaires étrangers ou des industriels, mais ceux-ci ne peuvent pas être financés.
- **L'interdisciplinarité, la prise de risque, la rupture et le caractère exploratoire** seront les critères clefs pris en compte dans la sélection des projets.
- La demande budgétaire, sur deux ans maximum, ne doit pas excéder 30 k€ par an. Seuls quelques projets, sur la base d'une argumentation détaillée, pourront être soutenus à ce montant. La demande budgétaire ne peut concerner que des dépenses de mission/fonctionnement/équipement/prestations de service en lien avec le projet.
- **L'accord de la direction d'unité** du porteur est requis.
- À titre exceptionnel, une gratification de stage (3 à 6 mois) pourra être accordée, dont le financement sera directement notifié à la DR. Le stagiaire doit être recruté(e) par une unité CNRS. Sa convention de stage est établie par la Délégation Régionale dont il dépend. Le montant de la gratification de stage demandée ne doit pas figurer dans le budget global du projet scientifique.
- Le projet pourra être renouvelé pour une seconde année après évaluation par le comité scientifique et selon le budget de la Mission pour les initiatives transverses et interdisciplinaires.

What about
CEA?

Stage at CEA
or APC not
possible?
Convention
de stage
partagée
avec L2IT ?

AAP MITI 2022

Modalités administratives et financières

- Les crédits sont alloués au porteur ou à la porteuse et versés à son unité de rattachement CNRS. Ils sont de type subvention d'Etat, ce qui implique qu'ils doivent être entièrement consommés avant le 31 décembre 2022, et qu'aucun frais de gestion ne pourra être prélevé. Aucun CDD, salaire de doctorant ou post-doctorant ne pourra être payé sur ces crédits. **Le porteur ou la porteuse les engage pour l'ensemble des partenaires.**

Restitution des résultats

Un rapport scientifique et financier est demandé au porteur du projet à la fin de l'année 2022. Celui-ci s'engage par ailleurs à présenter les résultats de ses recherches aux journées de restitution au début de l'année 2023, les frais de mission étant à financer avec les crédits alloués en 2022.

Par ailleurs, il est demandé aux lauréates et lauréats de mentionner le financement obtenu (« Ce projet a obtenu le soutien financier du CNRS à travers les programmes interdisciplinaires de la MITI et du CNES ; « This project has received financial support from the CNRS through the MITI interdisciplinary programs and from CNES ») dans toute production scientifique et de la déposer systématiquement dans l'archive ouverte HAL.

Remember to add this in the acknowledgements!



LIROCOS

Projet

Titre long du projet (150 caractères maximum)	Robust Solution to the LISA Signal Confusion Problem
Acronyme du projet	LIROCOS (LISA ROBust COnfusion Solver)

Identification des équipes travaillant sur le projet

Établissement de rattachement (CNRS, Université de Nantes, CEA, etc.)	Code Unité (UMR, UPR, EA, etc.)	Nom du laboratoire et/ou de l'équipe	Pour les unités rattachées au CNRS		Civilité/NOM/Prénom des personnes impliquées
			Institut principal	Délégation régionale	
CEA/IRFU		IRFU			Dr. PETITEAU Antoine, Dr. BOBIN Jerome, Dr. MOUTARDE Herve
CNES	CNES - DTN/CD/SC	CNES - DTN			NGUYEN Anne-Therese, MALAPERT Jean-Christophe, CHAOUL Laurence
CNRS, Univ. Toulouse III - Paul Sabatier	UMR 5033	L2IT	IN2P3	DR14	Dr. TAMANINI Nicola*, Dr. MARSAT Sylvain, Dr. BISCARAT Catherine
CNRS, Univ. de Paris	UMR 7164	APC	IN2P3	DR1	Le JEUNE Maude, Dr. BABAK Stanislav

*porteur du projet

LIROCO

PROJET DE RECHERCHE

1 - Résumé (20 lignes maximum)

LISA (Laser Interferometric Space Antenna) is an ESA-led L3-mission with the goal of detecting gravitational waves (GWs) from space. LISA works as an omnidirectional detector and thousands of sources are simultaneously present in the data overlapping in time and frequency. We expect tens to hundreds of loud GW signals from merging massive black holes (BHs), a few tens of thousands resolvable signals from inspiralling Galactic binaries, and a few hundreds of signals from small BHs falling into massive BHs in galactic nuclei. In addition, we expect stochastic GW signals from unresolved astrophysical populations and, possibly, from the energetic cosmological processes in the early Universe. The main challenge for the data analysis of LISA is to design a *global fit* (simultaneous fit for all parameters of all sources) to detect and characterise all those signals. We, the team behind this proposal, are all involved in LISA data analysis and will further develop tools and methodologies to address this challenge. In particular, we will introduce a Bayesian trans-dimensional technique that will characterise the parameters of each source as well as the number of sources present in the data. We will use a hierarchy in the expected strength of GW signals and their time/frequency properties to optimise the search and Bayesian inference. We will augment the conventional methods with elements of machine learning techniques, especially for the preliminary search, classification and likelihood/posterior regression. We will investigate the robustness of our methods against the presence of instrumental artefacts and test them on simulated LISA data within the framework of the LISA Data Challenge. Such an ambitious project requires close collaboration and coordination between several research groups. Besides regular telecons, we intend to conduct several face-to-face meetings, regular visits and invite internationally recognised experts to France. We will furthermore forge the new young generation of LISA scientists through specific training and one master-level internship.

LIROCO

PROJET DE RECHERCHE

1 - Résumé (20 lignes maximum)

LISA (Laser Interferometric Space Antenna) is an ESA-led L3-mission with the goal of detecting gravitational waves (GWs) from space. LISA works as an omnidirectional detector and thousands of sources are simultaneously present in the data overlapping in time and frequency. We expect tens to hundreds of loud GW signals from merging massive black holes (BHs), a few tens of thousands resolvable signals from inspiralling Galactic binaries, and a few hundreds of signals from small BHs falling into massive BHs in galactic nuclei. In addition, we expect stochastic GW signals from unresolved astrophysical populations and, possibly, from the energetic cosmological processes in the early Universe. The main challenge for the data analysis of LISA is to design a *global fit* (simultaneous fit for all parameters of all sources) to detect and characterise all those signals. We, the team behind this proposal, are all involved in LISA data analysis and will further develop tools and methodologies to address this challenge. In particular, we will introduce a Bayesian trans-dimensional technique that will characterise the parameters of each source as well as the number of sources present in the data. We will use a hierarchy in the expected strength of GW signals and their time/frequency properties to optimise the search and Bayesian inference. We will augment the conventional methods with elements of machine learning techniques, especially for the preliminary search, classification and likelihood/posterior regression. We will investigate the robustness of our methods against the presence of instrumental artefacts and test them on simulated LISA data within the framework of the LISA Data Challenge. Such an ambitious project requires close collaboration and coordination between several research groups. Besides regular telecons, we intend to conduct several face-to-face meetings, regular visits and invite internationally recognised experts to France. We will furthermore forge the new young generation of LISA scientists through specific training and one master-level internship.

LIROCO

Methodologies

- (i) We propose implementing an efficient method for fast evaluation of likelihood (signal heterodyning, multi-banding, reduced order modelling) that is already successfully used for LIGO-Virgo analyses but requires significant adjustments to LISA-specific data and source type.
- (ii) We want to explore the use of machine learning (ML) for fast likelihood evaluation. In particular, we suggest using classical Markov Chain Monte-Carlo techniques as a mapping from the source parameters to the likelihood value. This correspondence will be fed to the “learning process” of a neural network (NN). Once we reach a certain (large) number of evaluations, we will test the performances of these neural networks against the conventional ones and gradually switch to NN likelihood evaluation if it is proven to be reliable and more efficient.

Expected results

The first aim of this project consists of prototyping the whole LISA data analysis framework with its performance demonstrated on several simulated data sets. The second aim is the design of the algorithm for building catalogues of GW sources. The first part is described in detail above, and the data analysis prototyping is required by ESA to pass the mission adoption review in 2024. The second objective has to be demonstrated as a time-evolving catalogue: the number of sources and their significance will change as we get more data day by day. Note that the number of sources could increase or decrease in time due to false-positive detection. The number of sources itself is a random variable that is inferred from the data. We intend to use unsupervised ML classification methods applied to the multi-source posterior samples (obtained within the hyper-model exploration) as an alternative way of identifying the individual sources. There are many already existing tools (scikit-learn) which we will explore and compare their performance to the known solution and to the Bayesian results (based on the Bayes factor).

LIROCO\$

Contributing teams, planning and resources

APC. Specializing in Bayesian sampling, experience in ground-based GW data analysis, waveform modelling. Project contribution focusing on the Galactic binaries, stellar-mass binaries and extreme mass ratio inspirals. ML techniques: normalizing flow, unsupervised classifiers, NN. Some experience of applying ML in ground-based GW data analysis. Some experience in applying ML to LISA (work in progress).

CEA/IRFU. Expertise on understanding of the instrument and its operation. Project contribution focusing on modelling of the noise and artefacts, as well as search and characterization of stochastic GW signals. Sparse signal representation. Expertise on signal processing and ML (NN, unsupervised learning, representation learning, algorithm unrolling).

CNES. Specializing in the software architecture building, ML for image recognition, rapidly growing involvement in other applications of ML, HPC, software developments. Project contribution focusing on integrating data analysis tools into the prototype of the full LISA data processing software architecture.

L2IT. Specializing in waveform modelling and astrophysical input/implications. Project contribution focused on Bayesian data analysis for massive BH and stellar-mass binaries, on science impact assessment, as well as on project management. Rapidly growing involvement in ML and other artificial intelligence techniques.

Sketch of 2022 planning (cf. budget): May/Jun kick-off meeting in Paris with the whole team plus invited experts. Sept/Oct training workshop in Toulouse. Oct/Nov/Dec long-term visit for intensive work period.

Sketch of 2023 planning (estimated): Feb/Mar 2nd meeting with the whole team plus invited experts. Apr/May/June long-term visit for intensive work period. Oct/Nov final workshop to present and review all results and deliverables of the project.

Computational resources. Access to high-performance computational clusters, including GPUs, at both CC-IN2P3 and CNES is guaranteed, through the APC/L2IT and CNES LISA groups, respectively. Additional computational resources will be made available at CEA on requests.

LIROCO\$

Contributing teams, planning and resources

APC. Specializing in Bayesian sampling, experience in ground-based GW data analysis, waveform modelling. Project contribution focusing on the Galactic binaries, stellar-mass binaries and extreme mass ratio inspirals. ML techniques: normalizing flow, unsupervised classifiers, NN. Some experience of applying ML in ground-based GW data analysis. Some experience in applying ML to LISA (work in progress).

CEA/IRFU. Expertise on understanding of the instrument and its operation. Project contribution focusing on modelling of the noise and artefacts, as well as search and characterization of stochastic GW signals. Sparse signal representation. Expertise on signal processing and ML (NN, unsupervised learning, representation learning, algorithm unrolling).

CNES. Specializing in the software architecture building, ML for image recognition, rapidly growing involvement in other applications of ML, HPC, software developments. Project contribution focusing on integrating data analysis tools into the prototype of the full LISA data processing software architecture.

L2IT. Specializing in waveform modelling and astrophysical input/implications. Project contribution focused on Bayesian data analysis for massive BH and stellar-mass binaries, on science impact assessment, as well as on project management. Rapidly growing involvement in ML and other artificial intelligence techniques.

Caen

Sketch of 2022 planning (cf. budget): May/Jun kick-off meeting in Paris with the whole team plus invited experts. Sept/Oct training workshop in Toulouse. Oct/Nov/Dec long-term visit for intensive work period.

Sketch of 2023 planning (estimated): Feb/Mar 2nd meeting with the whole team plus invited experts. Apr/May/June long-term visit for intensive work period. Oct/Nov final workshop to present and review all results and deliverables of the project.

Computational resources. Access to high-performance computational clusters, including GPUs, at both CC-IN2P3 and CNES is guaranteed, through the APC/L2IT and CNES LISA groups, respectively. Additional computational resources will be made available at CEA on requests.

LIROCO

Budget requested (+6 mois de stage):

1 – Budget détaillé et justifié par poste de dépenses et par équipe pour l'année 2022 (1 page maximum). Se référer aux modalités administratives et financières précisées dans le texte de l'appel à projets. Pour rappel, le budget ne doit pas inclure la gratification de l'éventuel stage demandé.

Déplacements : missions, réunions de travail, workshops, etc. (pour la première année, pas de financement de congrès)	
Détail :	
<ul style="list-style-type: none">• One team meeting in Paris with travel expenses covered for 5 persons from Toulouse (€5000) and 5 persons from other labs (in Marseille, Nice, Caen) (€5000);• One short-term visit to another research lab for 4 members of the team to plan and revise progress of the project (€4000);• One long-term (>1 month) visit to another research lab for one member of the team to undertake an intensive collaborative work period (€3000);• Three visits to invite to France high-profile international experts related to the project (€4500).	21500€
Organisation de manifestations : colloques, ateliers, etc.	
Détail :	
<ul style="list-style-type: none">• Organisation of a workshop in Toulouse with covered organisational expenses (€1000), e.g. room renting, coffee-breaks, etc..., and limited fundings to cover expenses for team members (€1500). The workshop will include training on machine learning, possibly given by an invited AI expert with experience on GWs (€1500), and on advanced data analysis methods from an invited expert within the GW community (€1500).	5500€
TOTAL	27000€

LIROCO

Budget requested (+6 mois de stage):

1 – Budget détaillé et justifié par poste de dépenses et par équipe pour l'année 2022 (1 page maximum). Se référer aux modalités administratives et financières précisées dans le texte de l'appel à projets. Pour rappel, le budget ne doit pas inclure la gratification de l'éventuel stage demandé.

Déplacements : missions, réunions de travail, workshops, etc. (pour la première année, pas de financement de congrès)	
Détail :	
<ul style="list-style-type: none"> One team meeting in Paris with travel expenses covered for 5 persons from Toulouse (€5000) and 5 persons from other labs (in Marseille, Nice, Caen) (€5000); One short-term visit to another research lab for 4 members of the team to plan and revise progress of the project (€4000); One long-term (>1 month) visit to another research lab for one member of the team to undertake an intensive collaborative work period (€3000); Three visits to invite to France high-profile international experts related to the project (€4500). 	21500€
Organisation de manifestations : colloques, ateliers, etc.	
Détail :	
<ul style="list-style-type: none"> Organisation of a workshop in Toulouse with covered organisational expenses (€1000), e.g. room renting, coffee-breaks, etc..., and limited fundings to cover expenses for team members (€1500). The workshop will include training on machine learning, possibly given by an invited AI expert with experience on GWs (€1500), and on advanced data analysis methods from an invited expert within the GW community (€1500). 	5500€
TOTAL	27000€

Budget allocated:
22000 € + 6 mois de stage

LIROCOS

QUESTIONS FOR DISCUSSION

- **What meetings should we organise?**
 - Another LISA France DA meeting in Paris?
 - Coupling it with a full LCD/LDPG meeting?
 - Other ideas?
- **Workshop in Toulouse?**
 - When? How long?
 - Half ML half LISA DA?
 - Training and lectures on ML/AI?
- **Visits, invitations, etc...**
 - What inter-labos visits are essential?
 - Invitations from abroad? Who? Invite to a workshop/meeting?
 - Long-term (>1 month) visit?