



Mesures du champ magnétique intergalactique avec les sursauts gamma

Spécialité Astrophysique

Niveau d'étude Bac+5

Formation Master 2

Unité d'accueil [DAP/LEPCHE](#)

Candidature avant le 21/05/2021

Durée 3 mois

Poursuite possible en thèse oui

Contact [Belmont Renaud](#)
+33169089808
renaud.belmont@cea.fr

Autre lien
http://irfu.cea.fr/en/Phoce/Vie_des_labos/Ast/ast_techique.php?id_ast=3709

Résumé

Ce stage propose de contraindre le champ magnétique intergalactique par la modélisation de la propagation des rayons gamma issus de sursauts (GRB) et l'analyse des futures observations CTA.

Sujet détaillé

Depuis une vingtaine d'années, l'avènement des télescopes Tcherenkov a permis le développement de l'astronomie gamma à très haute énergie (>20GeV), avec des retombées dans beaucoup de domaines de l'astrophysique, et en particulier en cosmologie. La cosmologie gamma repose sur l'absorption, par la lumière infra-rouge des galaxies, des rayons gamma émis par des sources lointaines de l'Univers. Cette absorption est en effet directement liée à l'histoire de la formation stellaire et au modèle cosmologique qui conditionne l'apparition des grandes structures de l'Univers. L'absorption des rayons gamma par les photons infrarouge produit des électrons et des positrons qui interagissent sur le fond diffus cosmologique et produisent à leur tour des rayons gamma. Ces rayons gamma secondaires peuvent eux-mêmes être absorbés, produisant en cascade de nouvelles paires électron-positron. Ces cascades électromagnétiques se développent dans le milieu intergalactique et possèdent différentes signatures qui sont recherchées dans les données : d'une part, les rayons gamma secondaires, d'énergie plus faible, créent un excès sur la partie à basse énergie du spectre ; d'autre part, le champ magnétique intergalactique (Intergalactic Magnetic Field, IGMF) dévie les particules chargées, produisant un halo diffus autour de la source et un retard dans le temps d'arrivée des rayons gamma secondaires. La recherche de ces signatures dans les observations gamma permet d'étudier ce champ magnétique dont l'origine remonte probablement aux premiers instants de l'Univers. Cette méthode permet d'accéder à des très faibles intensités et à des propriétés à grande échelle, inaccessibles aux mesures traditionnelles de champ magnétique.

Le travail de stage s'intéressera à l'étude des cascades issues des sursauts gamma (GRB) et aux contraintes qu'elles

peuvent apporter sur l'IGMF en particulier avec l'observatoire CTA en cours de construction. CTA comportera à terme 19 télescopes sur le site Nord (La Palma, îles Canaries), et 99 sur le site Sud (désert d'Atacama au Chili). Le premier grand télescope de 23 m a commencé sa prise de données laissant espérer plusieurs détections dans les années qui viennent.

L'IGMF a déjà été étudié avec une population de noyaux actifs de galaxie (AGN) qui a permis d'établir des limites inférieures sur l'intensité moyenne du champ ($B > 10^{-16}$ G). Les sursauts gamma, très brefs par nature, permettront une approche basée sur les retards temporels, très différente de celle utilisée pour les AGN et donc des contraintes indépendantes et complémentaires sur l'IGMF.

Le travail de ce stage consistera à réaliser des simulations numériques de cascades issues des GRB et à étudier leurs signatures observationnelles. Plus précisément, les cascades simulées seront couplées à la chaîne d'analyse développée dans le groupe pour CTA, ce qui permettra d'obtenir les contraintes sur l'IGMF. L'étudiant analysera pour cela plusieurs sursauts gamma observés. Il étudiera dans un premier temps des sursauts détectés par le satellite Fermi jusqu'à une dizaine de GeV, et dont les caractéristiques seront extrapolées au domaine d'énergie de CTA (au-delà de 20 GeV). Puis, il analysera les deux sursauts observés à très haute énergie par les télescopes Tcherenkov HESS et MAGIC (Nature, Nov. 2019).

L'étudiant(e) sera intégré(e) à l'équipe LEPCHE du Département d'Astrophysique du CEA Paris-Saclay. Cette équipe est très impliquée à la fois dans les observations de GRB, ainsi que dans la préparation de futur grand télescope Tcherenkov CTA. Les chercheurs de l'équipe sont en particulier chargés de préparer les futures observations de GRB avec CTA.

Mots clés

rayons gamma, astroparticules, cosmologie

Compétences

Modélisation avec des simulations numériques Monte Carlo Analyse de données

Logiciels

fortran, python

Measures of the intergalactic magnetic field using gamma-ray bursts

Summary

This internship proposes to constrain the intergalactic magnetic field by modelling the propagation of gamma rays produced by gamma-ray bursts (GRBs), and analysing future CTA observations.

Full description

In the past 20 years, the advent of Cherenkov telescopes has allowed for the rapid growth of very high energy gamma-ray astronomy, and had provided impacts in many fields of astrophysics including cosmology. Gamma-ray cosmology is based on the absorption of very high energy photons (>100 GeV) from extragalactic sources by infrared photons emitted by stars in galaxies. Such absorption is linked to the history of star formation and to the cosmological model implied in the formation of large-scale structures in the Universe.

The absorption of gamma rays by infrared photons also produces pairs of electrons and positrons that interact with photons from the cosmological microwave background (CMB) and produce more gamma rays. These secondary high energy photons can also be absorbed, generating a cascade of pairs and photons. These electromagnetic cascades develop in the intergalactic medium and provide specific observational signatures that are searched in gamma-ray data. On the one hand, the secondary photons are responsible for an excess emission at lower emission. On the second hand, the intergalactic magnetic field (IGMF) deflects the charged particles, producing an extended halo around point sources and a time delay in the arrival of secondary gamma rays. This large-scale magnetic field is expected to originate from the very first epoch of the cosmic history. The search for these signatures in gamma-ray observations hence allows to probe this relic field at very low intensities, where traditional methods fail.

The work will focus on cascades induced by gamma-ray bursts (GRBs) and on the constrains they can provide on the IGMF. In particular, it will be done in preparation of the future CTA observatory. This array of Cherenkov telescopes will have 19 telescopes in its north site (La Palma, Canary islands) and 99 in its south site (Chili). The first 23m telescope is already operational, promising several GRB detections in the next years.

The IGMF has already be studied using active galactic nuclei (AGN), which has provided lower limits on its intensity ($B > 10^{-16}$ G). The very short duration of GRBs will allow for a very different approach, based on time delays, hence for independent and complementary constrains.

The work will consist in performing numerical simulations of gamma-ray induced cascades, using a Monte Carlo simulation code and studying their observational signatures. Namely the simulated cascades will be coupled to the CTA data analysis chain developed in the group in order to predict constrains on the IGMF. To that purpose, the student will analyze several typical GRBs. He/she will first focus on a few interesting events among the many detected at lower energy by Fermi (

Keywords

gamma-rays, astroparticles, cosmology

Skills

Modelling with Monte Carlo numerical simulations, Data analysis

Softwares

fortran, python



Comparaison des simulations numériques et des observations de disques protoplanétaires

Spécialité Astrophysique

Niveau d'étude Bac+5

Formation Master 2

Unité d'accueil [DAP/LMPA](#)

Candidature avant le 07/04/2021

Durée 4 mois

Poursuite possible en thèse oui

Contact [HENNEBELLE Patrick](#)
+33 1 69 08 99 87
patrick.hennebelle@cea.fr

Résumé

Sujet détaillé

The Sun formed in a stellar cluster environment and the protoplanetary disk out of which the Earth and the other planet formed was influenced by the radiation field and dynamical interaction from other forming stars in the cluster. So far, most of our understanding of the evolution of protoplanetary disks and planet formation is based on theory and observations of isolated objects. The aim of this project is instead to start from state of the art numerical simulations of disk populations in clusters and using available tools predict observable properties in submillimetre bands and compare these with available ALMA observations. The candidate will carry out this research as part of the European Research Council ECOGAL project aiming at understanding star and planet formation in the Galactic ecosystem. The project may lead to ERC-funded Doctoral project focused on comparing observations of the properties of protoplanetary disk populations in the Galaxy with library of state of the art numerical simulations carried out by the ECOGAL groups at AIM.

Mots clés

simulations numériques -- transfert de rayonnement

Compétences

simulations numériques -- transfert de rayonnement

Logiciels

python fortran

Comparing numerical simulations and observations of early planet-forming disks

Summary

Full description

The Sun formed in a stellar cluster environment and the protoplanetary disk out of which the Earth and the other planet formed was influenced by the radiation field and dynamical interaction from other forming stars in the cluster. So far, most of our understanding of the evolution of protoplanetary disks and planet formation is based on theory and observations of isolated objects. The aim of this project is instead to start from state of the art numerical simulations of disk populations in clusters and using available tools predict observable properties in submillimetre bands and compare these with available ALMA observations. The candidate will carry out this research as part of the European Research Council ECOGAL project aiming at understanding star and planet formation in the Galactic ecosystem. The project may lead to ERC-funded Doctoral project focused on comparing observations of the properties of protoplanetary disk populations in the Galaxy with library of state of the art numerical simulations carried out by the ECOGAL groups at AIM.

Keywords

numerical simulation - radiative transfer

Skills

numerical simulation - radiative transfer

Softwares

python fortran



IRFU : Institut de recherche sur les lois fondamentales de l'univers

Saclay

[DAP/LCS](#)

Analyse cosmologique de l'effet de lentille gravitationnelle faible avec le relevé UNIONS

Spécialité Astrophysique

Niveau d'étude Bac+5

Formation Master 2

Unité d'accueil [DAP/LCS](#)

Candidature avant le 12/04/2021

Durée 5 mois

Poursuite possible en thèse oui

Contact [Kilbinger Martin](#)
+33 1 69 08 17 53
martin.kilbinger@cea.fr

Résumé

Sujet détaillé

Voir http://www.cosmostat.org/jobs/mk_cosmo_unions_2020

Mots clés

Compétences

Logiciels

python, C.

Cosmological analysis of weak gravitational lensing with the Ultraviolet Near-Infrared Optical Northern Sky (UNIONS) survey

Summary

Using weak-lensing data from the Ultra-violet Near-Infrared Optical Northern Sky (UNIONS), the goal of this stage is to first compute the lensing correlation function and its covariance matrix. From that, the student will obtain constraints on cosmological parameters.

Full description

Keywords

Skills

Statistical analysis, Bayesian inference, Monte-Carlo sampling.

Softwares

python, C.



Caractérisation de l'expérience de ressaut hydraulique SWASI analogue à la dynamique du choc d'une supernova.

Spécialité Astrophysique

Niveau d'étude Bac+2

Formation DUT/L2

Unité d'accueil [Dap/LMPA](#)

Candidature avant le 22/01/2021

Durée 3 mois

Poursuite possible en thèse non

Contact [FOGLIZZO Thierry](#)

+33 1 69 08 87 20

thierry.foglizzo@cea.fr

Autre lien

http://irfu.cea.fr/dap/Phocea/Vie_des_labos/Ast/ast_sstec/hnique.php?id_ast=4058

Résumé

La caractérisation de l'instabilité du ressaut hydraulique dans la nouvelle expérience SWASI (3m50), comparée à l'expérience de 66cm (Foglizzo+12) va révéler l'incidence de la turbulence sur la dynamique de l'onde de choc avant l'explosion d'une étoile en supernova.

Sujet détaillé

Juste avant d'exploser en supernova, les étoiles massives s'effondrent sous leur propre poids et donnent naissance à une étoile à neutrons. Une onde de choc sphérique se propage vers l'extérieur et stagne pendant une seconde à 150km du centre. Le succès de l'explosion dépend de l'absorption d'une fraction suffisante des neutrinos émis avant que l'étoile à neutron se transforme en trou noir. Des mouvements transverses induits par une instabilité hydrodynamique appelée SASI (Standing Accretion Shock Instability) jouent un rôle décisif pour augmenter l'épaisseur de matière dense susceptible d'absorber les neutrinos. Ces mouvements transverses modifient aussi la vitesse et la rotation de l'étoile à neutrons résiduelle.

L'instabilité SASI peut être étudiée de façon analogue par l'expérience SWASI (Shallow Water Analogue of a Shock Instability), construite au CEA en 2011 (Foglizzo et al. 2012). La dynamique du ressaut hydraulique dans cette expérience obéit aux mêmes équations idéalisées que celle du choc dans l'étoile. L'intérêt astrophysique de l'expérience suppose de bien maîtriser les limites de l'analogie et les artefacts expérimentaux. En particulier, les effets de trainée visqueuse et de turbulence doivent être bien compris. La nouvelle expérience SWASI de 3m50 offre la possibilité de caractériser ces effets turbulents, par comparaison avec l'expérience de 66cm dont le nombre de Reynolds est 15 fois plus petit et proche de la transition turbulente.

Il faudra donc caractériser le domaine d'instabilité de la nouvelle expérience et évaluer l'effet du nombre de Reynolds plus élevé et l'impact des phénomènes turbulents. La caractérisation nécessitera de mesurer des vitesses de surface,

des profondeurs, des débits en choisissant les techniques les plus efficaces, éventuellement PIV stéréoscopique avec le logiciel LaVision. Le stagiaire devra aussi optimiser les techniques de mesure de période d'oscillation et taux de croissance des modes propres. Il devra définir un protocole expérimental reproductible, maîtriser les barres d'erreur pour obtenir des mesures concluantes dans la perspective d'une publication scientifique.

Mots clés

hydrodynamique

Compétences

La mesure locale des vitesses dans l'écoulement d'eau à surface libre pourra être effectuée avec la technique PIV avec le logiciel LaVision ou toute autre technique plus adaptée. Elle sera comparée à la mesure déduite de l'altitude de la surface libre au bord en utilisant l'équation de Bernoulli au point critique de l'écoulement. La mesure de profondeur pourra être effectuée par PIV stéréoscopique avec le logiciel PIV ou par simple mesure de capacité entre deux fils verticaux. La caractérisation du mélange turbulent pourra être effectuée par mesure de température de sortie, à l'aide de sondes thermocouples, dans un écoulement à température modulée en entrée.

Logiciels

Fortran, Python logiciel de mesure PIV LaVision

Summary

Full description

Keywords

Skills

Softwares

Fortran, Python logiciel de mesure PIV LaVision



Eruptions solaires à l'ère de Solar Orbiter: caractérisation des émissions X et UV pour différents scénarios éruptifs

Spécialité Astrophysique

Niveau d'étude Bac+5

Formation Master 2

Unité d'accueil [DAp/LDE3](#)

Candidature avant le 12/04/2021

Durée 5 mois

Poursuite possible en thèse oui

Contact [STRUGAREK Antoine](#)

+33 1 69 08 30 18

antoine.strugarek@cea.fr

Résumé

Le but du stage est de caractériser, dans le contexte de la mission Solar Orbiter et de l'instrument STIX, les signatures en rayons X et UV des éruptions solaires à l'aide d'un modèle numérique MHD+PIC avancé. Différents scénarios physiques seront abordés pour préparer le retour scientifique de l'instrument STIX.

Sujet détaillé

Les éruptions solaires ("flares") sont des épisodes de libération rapide de grandes quantités d'énergie magnétique accumulée dans l'atmosphère solaire dont l'une des manifestations est l'augmentation flagrante de l'émission en rayons ultraviolets (EUV) et en rayons X. Une des hypothèses actuelles est que cette énergie est stockée dans des structures magnétiques de la couronne solaire telles que des boucles coronales torsadées. Celles-ci sont susceptibles de développer des instabilités pouvant mener à la libération de cette énergie sous forme de chauffage (et éventuelle éjection) du plasma qu'elles contiennent, et à l'accélération de particules.

L'un des enjeux scientifiques actuels dans la compréhension des éruptions solaires consiste dans la mise en lien entre les modèles théoriques et les observations. En effet, le rayonnement X et EUV ne donne qu'une image indirecte de la structure magnétique sous-jacente à l'éruption. Dans le contexte du lancement de Solar Orbiter en février 2020, et du spectro-imageur en rayons X STIX à son bord, il est aujourd'hui essentiel d'étudier ce lien afin de tirer le meilleur parti des futures observations (la phase scientifique nominale des instruments de télémétrie débutera mi-2021).

Une possibilité prometteuse pour ce faire consiste à déterminer les propriétés du rayonnement X dans des simulations numériques hautes performances où l'on a accès à toutes les informations physiques sous-jacentes : densité and pression du plasma, champ magnétique, écoulements. Une telle approche a été suivie notamment par Rui Pinto dans des scénarios d'instabilité de type 'kink' (Pinto, Vilmer, Brun, 2015). Il est de plus possible également de caractériser les émissions non-thermiques associées à ce genre d'évènements en modélisant l'accélération de particules à l'aide de méthodes hybrides magnetohydrodynamique (MHD) + Particle-In-Cell (PIC) (Pinto, Gordovskyy, Browning, Vilmer, 2015).

Le/la stagiaire poursuivra cet effort en se concentrant sur une étude ambitieuse des différents scénarios physiques proposés par la communauté scientifique: instabilité de type 'kink', instabilité de type 'torus', et selon les progrès différents scénarios de déclenchements seront étudiés. Le/la stagiaire devra:

- Prendre en main le code PLUTO et le setup numérique MHD+PIC de boucle coronale éruptive déjà développé par A. Strugarek et R. Pinto, et se familiariser ainsi avec un code massivement parallèle sur un cluster de calcul local au CEA.
- Mettre au point la stratégie d'étude systématique afin de pouvoir simuler de façon comparable les différents scénarios éruptifs.
- Conduire l'étude paramétrique sur les plus grands supercalculateurs français.
- Développer un protocole d'analyse des simulations avec le software CHIANTI (code de calcul d'émissions électromagnétiques des raies d'un plasma chauffé largement développé et bénéficiant d'un large support collectif dans la communauté).
- Interpréter les résultats des simulations numériques: il/elle comparera les propriétés spectrales et morphologiques des émissions X thermiques et non-thermiques, et proposer des émissions synthétiques telles que l'instrument STIX pourra les observer.

Les conclusions de ce travail contribueront à une meilleure distinction et validation des modèles et scénarios d'éruption solaire débattues à présent au sein de la communauté de physique solaire. Le sujet de ce stage, fortement relié à la mission Solar Orbiter et l'instrument STIX, offre ainsi au stagiaire une excellente perspective pour les années à venir pour l'exploitation de cette mission ambitieuse de l'ESA. Le/la stagiaire sera entouré par une équipe d'experts en modélisation, simulations et observations d'éruptions solaires (A. Strugarek, R. Pinto, ainsi que A.S. Brun, F. Regnault)

Mots clés

Solar Orbiter; STIX; Magnétohydrodynamique; Calcul Haute Performance

Compétences

Simulations numériques hautes performances Formalisme hybride magnétohydrodynamique + cinétique

Logiciels

Summary

Full description

Keywords

Skills

Softwares



Prédictions cosmologiques pour la mission ATHENA

Spécialité Astrophysique

Niveau d'étude Bac+5

Formation Master 2

Unité d'accueil [DAP/LCEG](#)

Candidature avant le 13/04/2021

Durée 6 mois

Poursuite possible en thèse oui

Contact [PIERRE Marguerite](#)

+33 1 69 08 34 92

marguerite.pierre@cea.fr

Résumé

Athena sera le prochain observatoire X de l'ESA (2032).

Le but du stage est d'estimer, à l'aide de simulations numériques, l'impact d'Athena sur les modèles cosmologiques, à partir d'observations d'amas de galaxies

Sujet détaillé

Contexte:

Le stage s'inscrit dans le prolongement du projet international de cosmologie XXL (<http://irfu.cea.fr/xxl>). Le but de ce projet est de déterminer les paramètres cosmologiques de manière indépendante, en utilisant des observations d'amas de galaxies en rayons X. Les observations sont obtenues à l'aide du satellite XMM de l'Agence Spatiale Européenne.

Le principe repose sur le fait que le nombre d'amas de galaxies formés au cours du temps dépend de manière critique de certains paramètres cosmologiques comme la densité de matière dans l'univers et le taux d'accélération de l'expansion (dont la découverte valut le prix Nobel à ses auteurs en 2011). Les observations en rayons X nous renseignent de manière directe sur l'existence, la masse et la distance des amas de galaxies.

ATHENA est le successeur d'XMM et la deuxième mission 'Large' sélectionnée dans le cadre du programme Cosmic Vision de l'ESA. Le lancement est prévu au début des années 2030. Par rapport à XMM, ATHENA sera beaucoup plus sensible et aura un champ plus grand.

But du stage:

Le but du stage est d'analyser des simulations d'un survey du ciel en rayons X par ATHENA (instrument WFI). Il s'agira de détecter les amas de galaxies et d'en déduire les contraintes cosmologiques.

Le calcul cosmologique sera fait à l'aide d'une méthode innovante, ASpiX, dite de 'forward modelling', qui permet de traiter de manière élégante nombre d'incertitudes systématiques.

Si la mission EULCID (optique + infrarouge) doit déjà fournir des informations très précises sur l'équation d'état de l'énergie sombre, celles-ci proviendront en grande partie de l'univers situé entre $z=0-1$ (amas). Avec ATHENA, il sera possible pour la première fois de sonder systématiquement un grand volume d'univers situé entre $z=1-2$ et donc,

d'obtenir un recensement des amas de galaxies X dans cette tranche de redshift. Ceci est particulièrement important, car c'est justement à cette époque que l'effet de l'énergie sombre sur les structures cosmiques est dominant. On pourra tester divers modèles d'énergie sombre plus ou moins 'exotiques'.

Ce projet fait partie des thèmes sélectionnés pour le Red Book d'ATHENA. Les résultats feront l'objet d'un article qui sera publié dans un numéro spécial d'Astronomy & Astrophysics, dédié à ATHENA.

Conditions du stage:

Tous les logiciels sont disponibles (simulation et traitement d'images X, analyse cosmologique).

La bibliothèque de programmes est en langage python.

Les calculs sont effectués à distance au Centre de Calcul de l'IN2P3 à Lyon.

Mots clés

cosmologie - amas de galaxies - observations en rayons X

Compétences

Simulations et traitement d'image Modélisation cosmologique Méthodes de minimisation MCMC

Logiciels

Python

Cosmological predictions for the ATHENA mission

Summary

Athena will be the next ESA X-ray observatory (2032).

The proposed work aims at quantifying the power of Athena to constrain cosmological models, by means of numerical simulations of galaxy clusters.

Full description

Context:

The proposed work is a follow-up of the XMM-XXL survey (<http://irfu.cea.fr/xxl>).

The main goal is to extract cosmological parameters, in a self-consistent way, from a survey of X-ray clusters of galaxies. Observations are obtained by the ESA XMM-observatory.

The principle relies on the fact that the number of clusters formed as a function of time, critically depends on the Dark Matter and Dark Energy properties (the latter causing the expansion to accelerate - Nobel prize 2011). X-ray observations provide information on the mass and on the distance of clusters.

ATHENA is the successor of XMM and is the 2nd Large Mission selected in the context of the ESA Cosmic Vision programme. It will be launched at the beginning of the 2030 and will be much more sensitive than XMM.

Goal of the internship:

The goal is to perform and analyse simulations of an X-ray sky survey by ATHENA (WFI instrument). First step will be to detect the galaxy clusters and then, to extract the cosmological information from the cluster population.

The subsequent cosmological analysis will be performed by means of an innovative method (ASpiX), based on a forward modeling, which enables the monitoring of many systematic uncertainties.

While the EUCLID mission (optical+infrared) will provide very accurate constraints on the cosmology, these will mainly come from the $z=0-1$ range (for clusters). With ATHENA, in X-rays, it will be possible to systematically probe for the first time a huge volume of the universe at $z=1-2$, hence, to inventory the cluster population at this cosmic epoch. This is especially important, since the effect of Dark Energy on structure formation is expected to be dominant at this time. We shall test various, more or less conventional, cosmological models.

This project is part of the topics selected for the ATHENA Red Book. The results to be obtained during the internship will be included in an article, which will be published in a special issue of Astronomy and Astrophysics.

Working environment:

All computer programmes are available (X-ray image simulation and processing, cosmological analysis).

The programming language is Python.

The computation are performed at the IN2P3 Computer Center in Lyon.

Keywords

cosmology - clusters of galaxies - X-ray observations

Skills

Image simulation and processing Cosmological modelling MCMC solving methods

Softwares

Python



Intégration et tests d'un prototype de gamma caméra spectrométrique miniature à semi-conducteur pixélisé

Spécialité Instrumentation

Niveau d'étude Bac+2

Formation DUT/L2

Unité d'accueil [DAP/LSIS](#)

Candidature avant le 01/02/2021

Durée 3 mois

Poursuite possible en thèse non

Contact [LIMOUSIN Olivier](#)

+33 1 69 08 62 94

olivier.limousin@cea.fr

Résumé

L'Irfu développe conjointement avec la société 3D PLUS dans le cadre du laboratoire commun ALB3DO un prototype de spectro-imageur gamma à masque codé. Ce spectro-imageur miniature permet de réaliser des spectro-images pour le domaine nucléaire de 2 keV à 1 MeV en exploitant des détecteurs semi-conducteurs CdTe finement pixélisés issus de travaux de recherches et développements pour l'astronomie spatiale et l'observation solaire à haute énergie.

Sujet détaillé

Objectifs

L'objectif du stage est de contribuer à la mise en œuvre d'un prototype de gamma caméra miniature. La phase d'intégration consistera à optimiser les procédures d'assemblage d'un tel dispositif de mesure puis d'en déterminer les performances en laboratoire sous rayonnement. Dans un second temps, le prototype sera évalué dans des conditions expérimentales réalistes au sein d'installations représentatives des applications visées pour le contrôle et la mesure de rayonnements ionisants dans des installations nucléaires.

Le but du stage est autant basé sur l'assemblage d'un dispositif nouveau que sur l'évaluation de ses performances spectrales d'une part et en imagerie d'autre part.

Environnement de travail

Le stage s'effectuera au sein du Laboratoire ALB3DO, un laboratoire commun de l'Institut de Recherche sur les Lois Fondamentales de l'Univers (IRFU) regroupant le Département d'Astrophysique et le Département d'Électronique, Détecteurs et Informatique pour la Physique et la société 3D PLUS.

Mots clés

Détecteurs semi-conducteurs, gamma caméra, radioactivité, spectrométrie gamma.

Compétences

Mesure physique. Des connaissances en programmation (Python) sont souhaitées. Des compétences en conception mécanique, thermique sont très utiles. Des connaissances dans les techniques du vide sont appréciées. Des compétences en électronique sont souhaitables. Capacité de rédaction de rapports techniques indispensable. DUT mesure physique Un goût pour la physique des rayonnements, la détection, l'instrumentation scientifique et le travail en équipe sont nécessaires. Nous recherchons un(e) candidat(e) autonome, minutieux(se), créatif(ve) et réactif(ve), particulièrement intéressé(e) par les expériences de laboratoire.

Logiciels

Python

Integration and test of a spectrometric miniature gamma camera with pixelated semiconductor

Summary

Irfu is developing jointly with the company 3D PLUS within the framework of the joint laboratory ALB3DO a prototype of a coded mask gamma-ray spectro-imager. This miniature spectro-imager allows the realization of spectro-images for the nuclear field from 2 keV to 1 MeV using finely pixelated CdTe semiconductor detectors resulting from research and development work for space astronomy and high energy solar observation.

Full description

Objectives

The objective of the internship is to contribute to the implementation of a miniature gamma camera prototype. The integration phase will consist in optimizing the assembly procedures of such a measuring device and then determine its performance in the laboratory under radiation. In a second step, the prototype will be evaluated under realistic experimental conditions in installations representative of the targeted applications for the control and measurement of ionizing radiation in nuclear facilities.

The aim of the training course is as much based on the assembly of a new device as on the evaluation of its spectral performances on the one hand and in imaging performance on the other hand.

Working environment

The internship will take place in the ALB3DO Laboratory, a joint laboratory of the Institute for Research on the Fundamental Laws of the Universe (IRFU) which includes the Department of Astrophysics and the Department of Electronics, Detectors and Computing for Physics and 3D PLUS.

Keywords

Semiconductor detectors, gamma camera, radioactivity, gamma spectrometry

Skills

Physical measurements and instrumentation. Knowledge of programming (Python) is desirable. Skills in mechanical and thermal design are very useful. Knowledge of vacuum techniques is appreciated. Skills in electronics are desirable. Ability to write technical reports is essential. Motivation for radiation physics, detection, scientific instrumentation and teamwork are required. We are looking for an autonomous, meticulous, creative and reactive candidate, particularly interested in laboratory experiments.

Softwares

Python



Formation de magnétar dans une proto-étoile à neutrons accélérée par fallback

Spécialité Astrophysique

Niveau d'étude Bac+5

Formation Master 2

Unité d'accueil [DAp/LMPA](#)

Candidature avant le 01/02/2021

Durée 3 mois

Poursuite possible en thèse oui

Contact [Guilet Jérôme](#)

+33 6 38 62 46 30

jerome.guilet@cea.fr

Résumé

Certaines explosions de supernovae extrêmes proviennent probablement de la naissance des étoiles à neutrons les plus magnétisées, appelées magnétars. Pour comprendre l'origine de ce champ magnétique, ce stage développera des simulations numériques dans le scénario où la rotation de l'étoile à neutrons naissante est accélérée par de la matière retombant sur celle-ci.

Sujet détaillé

Les magnétars sont les étoiles à neutrons arborant les plus forts champs magnétiques connus dans l'univers. La naissance de ces objets figure parmi les scénarios les plus étudiés pour expliquer certaines des explosions les plus violentes de l'univers : les supernovae superlumineuses, les hypernovae et les sursauts gamma. Ce stage portera sur une question ouverte majeure : quelle est l'origine du champ magnétique extrême des magnétars ? Les mécanismes proposés pour amplifier le champ magnétique dans la phase de proto-étoile à neutrons (l'instabilité magnétorotationnelle (MRI) et la dynamo convective) nécessitent une rotation très rapide de l'étoile progénitrice et on ne sait pas encore si de telles conditions sont suffisamment fréquentes pour expliquer la formation de tous les magnétars. Nous avons donc commencé à étudier un scénario alternatif pouvant se dérouler dans une étoile progénitrice sans rotation mais où de la matière retombant sur l'étoile à neutrons (fallback) vient accélérer sa rotation (comme suggéré par des simulations numériques récentes). Ces conditions pourraient permettre une amplification du champ magnétique par la dynamo de Tayler-Spruit, un mécanisme proposé pour le transport de moment cinétique dans les zones radiatives des étoiles. L'application des formules utilisées dans les codes d'évolution stellaire suggère que ce mécanisme pourrait expliquer la formation des magnétars. Ces formules analytiques reposent cependant sur des hypothèses physiques dont la validité doit être testée à l'aide de simulations numériques pouvant décrire le développement non-linéaire de l'instabilité de Tayler. De premiers développements ont été faits pour adapter les simulations numériques de proto-étoile à neutrons étudiant la MRI et la dynamo convective à l'étude de l'instabilité de Tayler-Spruit. L'objectif de ce stage consistera à participer à ce développement du code MHD MagIC et à exploiter les simulations pour étudier le développement de l'instabilité de Tayler et sa capacité à donner naissance à un cycle dynamo. Ce stage se déroulera au sein du laboratoire de modélisation des plasmas astrophysiques au Département d'Astrophysique du CEA Saclay et sera encadré par Jérôme Guilet. Il s'inscrira dans la dynamique du projet ERC

MagBURST «Exploding stars from first principles: magnetars as engines of hypernovae and gamma-ray bursts» (PI : Jérôme Guilet) notamment en collaboration avec Alexis Reboul-Salze (3e année de thèse) et Raphaël Raynaud (Postdoc).

Mots clés

Magnétohydrodynamique, astrophysique des hautes énergies, étoiles à neutrons, supernovae, évolution stellaire, sursauts gamma

Compétences

Simulations numériques

Logiciels

Python, fortran, Code MagIC: <https://github.com/magic-sph/magic>

Summary

Full description

Keywords

Skills

Softwares

Python, fortran, Code MagIC: <https://github.com/magic-sph/magic>



Le projet GRBase: Etude des processus radiatifs associés aux sursauts gamma par une approche multi-longueur d'onde

Spécialité Astrophysique

Niveau d'étude Bac+5

Formation Master 2

Unité d'accueil [DAp](#)

Candidature avant le 31/01/2021

Durée 5 mois

Poursuite possible en thèse oui

Contact [Cordier Bertrand / Turpin Damien](#)
+33 1 69 08 57 31
damien.turpin@cea.fr

Résumé

Les sursauts gamma sont les phénomènes cataclysmiques les plus extrêmes dans l'Univers produisant des flashes intenses de rayonnement gamma (keV-MeV) puis suivis d'une phase d'émission rémanente multi-longueur d'onde. L'étudiant contribuera au développement et à l'optimisation des outils d'analyse du projet GRBase qui permettront d'étudier l'évolution spectrale de l'émission rémanente des sursauts gamma. Il effectuera l'analyse phénoménologique des courbes de lumière de l'ensemble des sursauts gamma stockés dans GRBase qu'il confrontera aux prédictions théoriques de divers modèles d'émission de sursauts. Les résultats de cette analyse serviront de nouvelles bases pour mieux comprendre la diversité des comportements des sursauts gamma actuellement observée et de les relier à des propriétés physiques remarquables.

Sujet détaillé

Les sursauts gamma (GRB, Gamma-ray Burst) sont les phénomènes cataclysmiques les plus extrêmes dans l'Univers produisant des flashes intenses de rayonnement gamma (keV-MeV). lorsqu'un GRB se produit, il devient alors très largement la source la plus brillante du ciel gamma. Les diverses missions satellitaires qui se sont succédées depuis 30 ans ont permis d'établir que ces phénomènes sont vraisemblablement produits au sein de jets de plasma expulsés à des vitesses ultra-relativistes. Les systèmes progéniteurs de ces jets ne sont toujours pas clairement identifiés mais les conditions physiques nécessaires pour les produire pointent vers des objets compacts fortement magnétisés en rotation rapide et accrétant la matière environnante résiduelle d'un phénomène explosif d'origine stellaire. Deux classes d'événements cataclysmiques ont été identifiées comme étant capables de former de tels systèmes accrétants. D'un côté les GRBs dits "long" produits par l'effondrement gravitationnel d'étoiles massives en supernovae de type Ib/c. De l'autre côté les GRBs courts produits par la fusion de deux objets compacts impliquant au moins une étoile à neutrons. Les jets ultra-relativistes des GRBs interagissent avec le milieu interstellaire (MIS) dans lequel ils se propagent en produisant des ondes de choc à l'interface jet/MIS. Ces ondes accélèrent alors les électrons du milieu environnant à haute énergie produisant une émission multi longueurs d'onde dite rémanente détectable durant des heures à haute énergie (rayons X) jusqu'à plusieurs mois dans le domaine radio. Grâce à l'analyse des spectres et des courbes de lumière multi longueurs d'onde de ces deux phases d'émission, prompte et rémanente,

nous pouvons alors obtenir une grande quantité d'informations sur les processus physiques complexes associés au GRB et qui font toujours débat à l'heure actuelle.

Depuis 2015, le projet GRBase a pour but de collecter et d'analyser l'ensemble des données multi longueur d'onde issues des observations de GRBs de ces 20 dernières années. Ce projet sera un support à l'exploitation scientifique des observations multi longueurs d'onde effectuées par la mission franco-chinoise SVOM à venir en 2022 (<http://www.svom.fr>). GRBase est aussi un formidable outil pour préparer les futures synergies que SVOM aura avec les grands projets émergents de la prochaine décennie d'observation du ciel transitoire multi-messagers (a+LIGO/a+Virgo/KAGRA, Obs.Vera Rubin-LSST, KM3NeT, CTA, SKA, etc.).

L'étudiant contribuera au développement et à l'optimisation des outils d'analyse de GRBase qui permettront d'étudier l'évolution spectrale de l'émission rémanente des sursauts gamma. Il effectuera l'analyse phénoménologique des courbes de lumière de l'ensemble des sursauts gamma stockés dans GRBase qu'il confrontera aux prédictions théoriques de divers modèles d'émission de sursauts. Les résultats de cette analyse serviront de nouvelles bases pour mieux comprendre la diversité des comportements des sursauts gamma actuellement observée et de les relier à des propriétés physiques remarquables.

L'étudiant travaillera au sein du groupe LISIS du département d'astrophysique du CEA-Saclay qui possède des responsabilités majeures (responsabilité scientifique SVOM-France) dans le développement de la mission SVOM et la préparation des synergies avec les futurs grands observatoires du ciel transitoire. Il sera aussi amené à collaborer avec la communauté scientifique française impliquée dans SVOM et internationale pour la science des sursauts gamma.

Mots clés

Compétences

Traitement de données et analyse statistique Modélisation

Logiciels

python

The GRBase project: Study of the multi-wavelength radiative processes associated to the Gamma-ray Bursts

Summary

The Gamma-ray Bursts (GRBs) are the most extreme cataclysmic phenomena in the Universe characterised by a very bright and prompt emission of gamma-rays (keV-MeV) followed then by a long-lived multi-wavelength afterglow emission. The student will contribute to develop and optimize the analysis pipeline of the GRBase project devoted to study the spectral evolution of the GRB afterglow emissions. He will perform the phenomenological analysis of the afterglow light curves which he will confront with theoretical predictions of various GRB emission models. The results of this analysis will pave the way towards a better understanding of the features and their diversities observed in GRB afterglow lightcurves as well as the distribution of the physical parameters that drive the radiative processes.

Full description

The Gamma-ray Bursts (GRBs) are the most extreme cataclysmic phenomena in the Universe characterised by a very bright and prompt emission of gamma-rays (keV-MeV). When a GRB occurs, it suddenly becomes the brightest gamma-ray source of the sky by far. Over the past 30 years, the different satellite missions have established that those phenomena are very likely produced by dissipative processes in inhomogeneous jets of plasma propagating at ultra relativistic speed in the ambient medium. The progenitors of such jets have not been firmly identified but the physical conditions required to produce them point towards highly magnetized and rapidly spinning compact objects accreting the surrounding residual matter from a cataclysmic stellar event. However, two classes of cataclysmic events have been identified as being able to produce GRBs. On one side, the so-called "long" GRBs are initially produced by the core collapse Supernovae (SN) of some massive stars in a special SN type Ib/c. On the other side, "short" GRBs seem to be produced by the coalescence of two compact objects involving at least one neutron star. The ultra-relativistic GRB jets interact with the surrounding interstellar medium (ISM) in which they propagate producing shock waves at the jet/ISM discontinuity. Those shocks accelerate the ISM electrons at high energies that subsequently cool by radiating a multi-wavelength emission called "afterglow". The GRB afterglow emission can be detected during several hours at high energies (TeV, GeV, X-rays) and up to several months in the radio GHz domain before it fades below the sensitivity of our instruments. Thanks to analysis of the spectral and multi-wavelength flux evolutions of the prompt and afterglow emission phases with time, we can obtain a lot of informations about the physical processes at work in GRBs that are still highly debated today.

Since 2015, the GRBase project has the goal to collect and analyze a large multi-wavelength prompt and afterglow data set originating from GRB observations taken over the last two decades. This project will be an important support for the scientific community aiming at exploiting the multi-wavelength data taken by the new generation of GRB missions like the Sino-French mission SVOM (<http://www.svom.fr>) which will be launched by mid-2022. GRBase is also a fantastic tool to prepare the future synergies between SVOM and the upcoming large Observatories dedicated to the study of the multi-messenger transient sky (a+LIGO/a+Virgo/KAGRA, Obs.Vera Rubin-LSST, KM3NeT, CTA, SKA, etc.).

The student will contribute to develop and optimize the analysis pipeline of the GRBase project devoted to study the spectral evolution of the GRB afterglow emissions. He will perform the phenomenological analysis of the afterglow light curves which he will confront with theoretical predictions of various GRB emission models. The results of this analysis will pave the way to have a better understanding about the diversity of the features observed in GRB afterglow lightcurves and the distribution of the physical parameters that drive the radiative processes.

The student will work among the LISIS laboratory of astrophysical department of CEA-Saclay/ UMR AIM which have major responsibilities (PI SVOM-France) in the development of the SVOM mission and the preparation of the synergies with the future observatories of the transient sky. He/she will work in a vibrant scientific environment with a lot of interactions with the scientific community involved in SVOM and international collaborators working in the GRB science.

Keywords

Skills

Data processing and statistical analysis Modeling

Softwares

python



Caractérisation tri-dimensionnelle des vestiges de supernova en rayons X

Spécialité Astrophysique

Niveau d'étude Bac+5

Formation Master 2

Unité d'accueil [DAP/LEPCHE](#)

Candidature avant le 01/03/2021

Durée 5 mois

Poursuite possible en thèse oui

Contact [Acero Fabio](#)

+33 1 69 08 47 05

fabio.acero@cea.fr

Autre lien <https://github.com/facero/sujets2021>

Résumé

Les données en rayons X des vestiges de supernova résultant de l'explosion d'étoiles sont multi-dimensionnelles par nature. Pour chaque photon la position et l'énergie sont enregistrés. Ce sujet propose de développer de nouvelles méthodes d'analyses multi-dimensionnelles mêlant machine learning et méthode de séparation de sources pour mieux comprendre les mécanismes d'explosion d'étoiles.

Sujet détaillé

Les simulations numériques d'explosions d'étoiles ont montré l'importance des instabilités hydrodynamiques dans les processus menant à la détonation. La cartographie tridimensionnelle de la matière éjectée dans le vestige de la supernova, observé des siècles après l'explosion, peut nous permettre de sonder ces instabilités et de mieux comprendre les mécanismes d'explosion. Nous proposons dans ce projet d'étudier une population de vestiges de supernovae en rayons X afin de contraindre la morphologie en 3D et la distribution en vitesse des éléments lourds synthétisés pendant l'explosion. Ces observations seront comparées aux simulations numériques afin de contraindre les mécanismes d'explosions encore mal compris à ce jour.

Cependant les outils d'analyse de données X actuels peinent à fournir cette cartographie 3D et le développement et tests de nouvelles méthodes sont l'objet de ce stage.

D'un point de vu scientifique, le stage se focalisera sur la prise en main des nouveaux outils d'analyse pour étudier quelles empreintes les mécanismes d'explosion de supernovae laissent dans leur vestiges en utilisant des observations de satellites actuels et en préparation.

L'aspect technique sera focalisé sur la prise en main des outils d'apprentissage (feature learning) à partir d'une base de données de spectres théoriques. Les performances de la qualité de reconstruction et la capacité à revenir aux paramètres physiques seront étudiés.

Ceci ouvre alors la possibilité à une séparation de sources donnant des résultats plus robustes et de déconvoluer en

même temps des effets de projection afin de pouvoir cartographier la matière éjectée dans les vestiges de supernova en trois dimensions en mesurant l'effet Doppler des raies émises par les éjectas.

Dans un second temps, une application sera faite à des observations simulées du télescope Athena X-IFU à très haute résolution spectrale (lancement en ~2030) pour tester nos nouvelles méthodes.

Le code est déjà développé et permettra à l'étudiant(e) de se concentrer sur sa compréhension et l'application à des données d'archives et des données simulées d'instruments futurs.

Stage d'une durée de 3-5 mois.
Plus d'informations : <https://github.com/facero/sujets2021>
Possibilité de continuer ces recherches en thèse avec un financement déjà acquis (CNES+Projet européen AHEAD2020).

Mots clés

astronomie, astronomie en rayons X, vestige de supernova, machine-learning

Compétences

machine-learning, analyse de données en rayons X

Logiciels

python

Towards a 3D characterisation of supernova remnants in X-rays

Summary

X-ray data are multidimensional by nature. For each photon the energy and position is recorded by the X-ray satellite. Here we propose to develop novel techniques to fully exploit the multidimensional nature of the data by combining blind source separation technique with feature learning to better constrain the supernova explosion mechanisms.

Full description

Numerical simulations of stellar explosions have shown the importance of hydrodynamical instabilities in the processes leading to a successful explosion. A tri-dimensional mapping of the ejected matter in the supernova remnant, centuries after the explosion, could provide a better understanding of the instabilities in the explosion mechanisms.

In this project, we propose to study a population of supernova remnants in X-rays to constrain the 3D morphology and velocity distribution of the heavy elements synthesized during the explosion. Those results will be compared with numerical simulations to constrain explosion mechanisms.

However, current X-ray analysis tools cannot generate such 3D maps from the data and the development of new tools is one of the objective of this internship.

From a technical point of the view, the internship will be focused on testing and evaluating the performances of the learning tools (feature learning) on a library of pre-generated spectral templates both the Chandra X-ray telescope and from the high-spectral resolution Athena X-IFU instrument.

From a scientific point of view, the spectral properties learnt will be implemented in a source separation method to inject physical knowledge of the astrophysical objects and provide a deconvolution method to, for example, map the heavy elements 3D distribution.

The code is already developed and will allow the student to focus more on the understanding and application of the method to existing archival data and Athena simulated data.

More info : <https://github.com/facero/sujets2021>

Possibility to continue this research in a PhD funded by CNES + the european project for high-energy astronomy AHEAD2020.

Keywords

Skills

Softwares

python



Investiguer la nature des progéniteurs des Sursauts Gamma Cosmiques par l'analyse de leurs courbes des lumières en rayons X

Spécialité Astrophysique

Niveau d'étude Bac+5

Formation Master 2

Unité d'accueil [DAP/LISIS](#)

Candidature avant le 10/05/2021

Durée 3 mois

Poursuite possible en thèse oui

Contact [GOTZ Diego](#)

+33 1 69 08 59 77

diego.gotz@cea.fr

Résumé

Gamma-Ray Bursts are extreme transient astrophysical events produced by a catastrophic collapse involving black holes or neutron stars. We aim at investigating the nature of these object through a complete analysis of their X-ray light curves.

Sujet détaillé

Les sursauts gamma cosmiques (Gamma-Ray Bursts, GRBs) sont des objets transitoires extrêmement énergétiques d'une durée qui ne dépasse pas quelque centaines de secondes. Ils ont été découverts il y a une cinquantaine d'années, grâce à leur puissante émission dans les rayons gamma. Cette émission, dite prompte, est suivie par une phase plus longue (heures ou jours, dite rémanente), où l'énergie est relâchée en rayons X, dans le visible et parfois en radio.

La nature des GRBs n'est toujours pas complètement élucidé, mais les modèles les plus couramment admis, les associent avec l'effondrement d'étoiles jeunes et très massives (>30 MSun) pour les sursauts dont la durée est supérieure à 2 s et avec la coalescence de deux objets compacts (typiquement étoiles à neutrons) pour les sursauts, dits courts, d'une durée inférieure à 2 s. L'observation directe du produit de l'effondrement ou de la coalescence n'étant pas possible, la question ne peut être étudiée que de manière indirecte par la modélisation des courbes de lumière et des spectres des émissions rémanentes. Notamment une question ouverte est si le produit de l'effondrement est un trou noir, ou une étoile à neutron hautement magnétisée (magnetar).

Le sujet du stage proposé s'articule autour de cette problématique, notamment à travers l'analyse des données du télescope XRT à bord de la mission de la NASA Swift, sensible dans les rayons X.

XRT a détecté à nos jours presque 1000 émissions rémanentes. Cet échantillon a montré une grande diversité dans les propriétés temporelles des sources et des études récentes indiquent que cela pourrait être associé à une diversité dans progéniteurs et notamment dans l'objet compact qui génère par ses puissants jets, l'émission électromagnétique enregistré par les telescope dans l'espace et au sol.

Le but du stage est de produire une analyse complète des données de l'archive XRT et d'en dériver une vision statistique qui pourra contribuer à clarifier par des modèles phénoménologiques la nature des objets qui sont responsables de l'émission observée.

Mots clés

Object compacts, sursauts gamma cosmiques, analyse de données

Compétences

Analyse de données de satellite par des outils standards fournis par la NASA.

Logiciels

Familiarité avec l'environnement unix/linux. Analyse de données possible en python ou IDL.

Investigate the nature of Gamma-Ray Bursts progenitors through the analysis of their X-ray light curves

Summary

Les sursauts gamma cosmiques sont des objets astrophysiques extrêmes qui impliquent la création d'objets compacts tels que des trous noirs ou des étoiles à neutrons. Le but du stage est d'obtenir des informations sur leur nature par l'analyse des courbes de lumière en rayons X.

Full description

Gamma-Ray Bursts (GRBs) are extremely energetic transient astrophysical objects, typically lasting up to a few hundreds of seconds. They have been discovered about 50 years ago, thanks to their powerful gamma-ray emission. This emission (called prompt) is followed by a longer lasting emission (hours to days, called afterglow), where the energy is released in X-rays, visible band and sometimes in radio.

The nature of GRBs is still not completely elucidated, but the models agree to associate them to the collapse of young and very massive ($>30 M_{\text{Sun}}$) stars for GRBs lasting more than 2 s and with the coalescence of two compact objects (typically two neutron stars) for the ones lasting less than 2 s (called short GRBs). The direct observation of the end product of the collapse or the coalescence being impossible, the investigation of its nature can be performed only indirectly through the modélisation of the light curves (and spectra) of the afterglows. For instance an open question is of the product of the collapse is a black hole or a highly magnetized neutron star (a so called magnetar).

The proposed subject is linked to this kind of question, in particular the goal is to analyse the data of the XRT X-ray telescope on board the NASA Swift mission. To date XRT has detected almost 1000 afterglows: this sample has shown a wide diversity in the temporal properties of the sources and recent studies show that the latter could be associated to a diversity of progenitors et more precisely of the compact object that generated the powerful jets responsible of the electromagnetic emission measures by the telescopes in space and on ground.

The goal of the stage is to produce a complete analysis of the XRT data archive, and derive a statistical view, which could help to clarify thanks to the use of phenomenological models, the nature of the objects responsible of the observed emission.

Keywords

Compact Objects, Gamma-Ray Bursts, data analysis

Skills

The Swift satellite data will be analyzed using standard tools provided by NASA.

Softwares

Familiarité avec l'environnement unix/linux. Analyse de données possible en python ou IDL.



Machine Learning pour la Reconstruction d'Image Astrophysique

Spécialité Traitement d'image

Niveau d'étude Bac+5

Formation Master 2

Unité d'accueil [DAP/LCS](#)

Candidature avant le 12/05/2021

Durée 4 mois

Poursuite possible en thèse oui

Contact [STARCK Jean-luc](#)
+33 1 69 08 57 64
jstarck@cea.fr

Résumé

Sujet détaillé

Les méthodes de machine learning ont montré leur efficacité pour la résolution de problème inverse. Ces méthodes nécessitent toutefois d'avoir de nombreuses données pour l'apprentissage et il n'est pas établi comment se comporte les algorithmes quand le jeu d'entraînement diffère des données.

Le but de ce stage est d'étudier ce problème de généralisation dans le cadre de la reconstruction d'image en astrophysique. Plusieurs types de réseaux seront étudiés (UNET, RESNET, LEARNLET), et une évaluation sera faite pour évaluer l'impact d'un jeu d'entraînement différent des vraies données. Une comparaison sera également faite avec des méthodes plus conventionnelles comme celles basées sur les ondelettes.

References:

? F. Sureau, A. Lechat and J.-L. Starck, "Deep Learning for space-variant deconvolution in galaxy surveys", Astronomy and Astrophysics, 641, A67, 2020.

Mots clés

machine learning, astrophysique

Compétences

Logiciels

python, tensor flow

Summary

Full description

Keywords

Skills

Softwares

python, tensor flow



De la poussière interstellaire aux graines de planètes: indices spectraux de l'émission continuum

Spécialité CHIMIE

Niveau d'étude Bac+4

Formation Master 1

Unité d'accueil [DAP/LFEMI](#)

Candidature avant le 31/03/2021

Durée 5 mois

Poursuite possible en thèse non

Contact [MAURY Anaelle](#)

+33 1 69 08 36 61

anaelle.maury@cea.fr

Résumé

Les exoplanètes sont maintenant observées en grand nombre et autour d'étoiles aux propriétés variées. Berceaux du développement de la vie, il est essentiel de comprendre les processus physiques conduisant à leur formation mais aussi les conditions initiales qui prévalent lors des toutes premières étapes de leur assemblage afin de contraindre les modèles de genèse planétaire.

Les observations récentes de disques protoplanétaires suggèrent que certaines planètes puissent déjà être formées autour d'étoiles très jeunes, seulement un million d'années après le début du processus de formation stellaire: il semble donc crucial d'explorer les phases les plus précoces de la formation des étoiles de type solaire à la recherche des signatures de l'assemblage des poussières en petits planétésimaux.

Ce stage s'inscrit dans ce contexte: il s'agira d'analyser des données obtenues avec le radiotélescope ALMA afin de mesurer les indices spectraux de l'émission continuum millimétrique des grains de poussières entourant les protoétoiles de Classe 0, puis éventuellement si le temps le permet, les comparer à des modèles magnéto-hydrodynamiques de formation d'étoiles.

Sujet détaillé

Les exoplanètes sont maintenant observées en grand nombre et autour d'étoiles aux propriétés variées. Berceaux du développement de la vie, il est essentiel de comprendre les processus physiques conduisant à leur formation mais aussi les conditions initiales qui prévalent lors des toutes premières étapes de leur assemblage afin de contraindre les modèles de genèse planétaire.

Les observations récentes de disques protoplanétaires suggèrent que certaines planètes puissent déjà être formées autour d'étoiles très jeunes, seulement un million d'années après le début du processus de formation stellaire: il semble donc crucial d'explorer les phases les plus précoces de la formation des étoiles de type solaire à la recherche des signatures de l'assemblage des poussières en petits planétésimaux.

Ce stage s'inscrit dans ce contexte: il s'agira d'analyser des données obtenues avec le radiotélescope ALMA afin de mesurer les indices spectraux de l'émission continuum millimétrique des grains de poussières entourant les protoétoiles de Classe 0, puis éventuellement si le temps le permet, les comparer à des modèles magnéto-hydrodynamiques de formation d'étoiles.

Mots clés

astrophysique

Compétences

radioastronomie

Logiciels

Summary

Full description

Keywords

Skills

Softwares