

L'équipe Expériences & Modélisation en Astroparticules & Cosmologie (EMAC)

Présentation HCERES 3 février 2026

Alexandre Marcowith (responsable d'équipe)

Présentation de l'équipe EMAC

Equipe EMAC : 8 permanents au 12/2025 + 2 associés

Justine Devin

- Chargée de recherche
- LUPM depuis 12/2021 (thèse LUPM en 2018)



Yves Gallant

- Directeur de recherche
- LUPM depuis 01/2003



Claire Guépin

- Chargée de recherche
- LUPM depuis 02/2023



Nukri Komin

- Professeur
- LUPM depuis 09/2024



Alexandre Marcowith

- Directeur de recherche
- LUPM depuis 09/2006



Maria-Grazia Bernardini

- Chercheuse INAF (Obs. Brera)
- LUPM depuis 10/2018



Christophe Sauty

- Professeur Obs. de Paris
- LUPM depuis 09/2019



Vincent Guillet

- Maître de conférences
- LUPM depuis 09/2025



George Vasileiadis

- Directeur de recherche
- LUPM depuis 02/2003



Equipe EMAC : non permanents

Doctorants (31/12/2025)

- **Edouard Calliès** (3eme année, bourse MESR) : Dynamique des poussières dans le milieu interstellaire à l'ère du JWST (co-direction VG, AM et Z. Meliani (LUX))
- **Mouad Gnaoui** (2ème année, bourse AMX) - *co-direction IAP* (F. Daigne) - LUPM (CG) : modèles d'émission prompte des sursauts gamma, effet de la création de paires électrons-positrons
- **Louis Burnaz** (1ère année, bourse CEA) - *co-direction CELIA* (E. D'Humières) - LUPM (AM) - CEA-DAM (L. Gremillet) : L'instabilité de Bell en plasmas turbulents : études analytiques et numériques
- **Souhayla El-Attar Sofi** (1ère année, bourse MESR) : Etudes multi-longueurs d'onde de l'émission prompte des GRBs avec SVOM et H.E.S.S./CTAO, caractérisation des précurseurs et utilisation pour le suivi rapide au TeV (co-direction JD, FP)

Ingénieurs impliqués dans les projets de l'équipe EMAC

Permanents service informatique

- Luisa Arrabito (IR, prix Cristal) : CTA-DIRAC
- Alice Faure (IR) : CORSIKA
- Patrick Maeght (IE) : SVOM
- Natthan Pigoux (IR) : CTA-DIRAC, Gammapy

Permanents service instrumentation

- Patrick Brun (IE) : CTAO-Raman Lidar, Flatfield UV sources
- Omar Gabella (IE) : CTAO-Raman Lidar, KM3NeT
- Stéphane Rivoire (AI) : CTAO-Raman Lidar, Flatfield UV sources, KM3NeT

Non-permanents

- Tatiana Barlyaeva (CDD CNRS, 11/2025) : SVOM pipelines (ECLAIRs/GRM)
- Ulysse Jacob (CDD CNES) : SVOM pipelines (ECLAIRs/GRM)
- Tais Maiolino (CDD CNES) : SVOM pipelines (ECLAIRs/GRM)
- Stella Maria Renucci (CDD IN2P3) : CTA-DIRAC
- Loris Van Katwijk (CDD TGIR CTA) : CTA-DIRAC

Mouvements de personnels : Permanents

Arrivées

J. Devin (CR, section 01, 2021)

C. Guépin (CR, section 17, 2022)

N. Komin (Pr, section 29, 2024)

V. Guillet (MCF, section 34, 2025)

Départs

J. Bregeon (CR, LPSC, 06/2019)

J. Cohen-Tanugi (DR, LPCA, 12/2024)

E. Nuss (Pr, décédé, 04/2023)

M. Renaud (CR, OSU La Réunion, 05/2024)

Bilan : 0. Gender balance: 25%, 2 recrutements de collègues féminines.

Mouvements de personnels : non permanents

Post-doctorants

Quentin Rémy (2017-2019, CPJ CNRS) : financement CNRS : recherche de sources en rayons gamma, prospective de CTAO

Annabella Araudo (2020-2022, poste Charles University) : fin. européen MSCA: accélération du rayonnement cosmique dans les jets relativistes

Allard Jan van Marle (2020-2022, post-doc) : fin. ANR : simulations instabilités dans les halos gamma.

Atreyee Sinha (2019-2021, poste Tata Institute for Fundamental Research) : financement CNRS : développement de Gammapy, recherche d'émission diffuse avec HESS

Mamta Pandey-Pommier (2021-2023, poste Université Catholique de Lyon) : fin. CEFIPRA : étude multi-longueurs d'onde des MOHEGs.

Tais Maiolino (2022-2025, post-doc): fin. CNRS : étude multi-longueurs d'onde de sursauts gamma avec SVOM.

Doctorants

Michelle Tsirou (2016-2019, post-doc) : fin MESR : Etude des nébuleuses de pulsars aux très hautes énergies avec HESS.

Loann Brahimi (2017-2020, Trading) : fin. MESR : Transport du rayonnement cosmique en milieux magnétisés partiellement ionisés.

Arthur Charlet (2018-2021, post-doc) : fin. MESR : Effets des pertes radiatives sur la dynamique des jets de binaires X.

Lorenzo Scotton (2019-2023, post-doc) : fin. CNRS : Fermi Gamma-Ray Bursts in the framework of an internal shock synchrotron model.

Valentin Brunn (2020-2023, post-doc) : fin. MESR : Ionisation des disques proto-planétaires par particules énergétiques.

Aurélia Maiolo (2020-2023, post-doc) : fin. CNES/CNRS : Les instruments spatiaux ECLAIRs et GRM de SVOM : étalonnage en orbite et analyse spectrale des sursauts gamma.

Chadi Meskini (2021-2024, post-doc) : fin. MESR : étude numérique du lancement des jets dans les étoiles jeunes, effet du chauffage.

Kélian Sommer (2021-2024, post-doc) : fin MESR : Photométrie de haute précision pour les grands relevés cosmologiques ZTF et LSST : caractérisation des transmissions instrumentales et atmosphériques.

Karim Sabri (2022-2025, en recherche de post-doc) : fin. MESR : Etude des halos gamma autour de pulsars avec HESS.

Bilan : 9 thèses de doctorat soutenues + 6 contrats post-doctoraux

Equipe EMAC: personnel et activités de recherche

Développement des DéTECTeurs

Calibration
CTAO: FF Units
LSST: Stardice

CTAO RAMAN Lidar,
KM3NeT

G.Vasileiadis
J. Bregeon (2019), J. Cohen-Tanugi (2024), E.Nuss⁺ (2023), B.Plez (AS) + service instrumentation (P. Brun, O. Gabella, S. Rivoire)

Doc: K.Sommer (Stardice, 2024)

Analyse et prise de données en astrophysique de haute énergie

Développement pipelines pour analyse haut niveau.

CTA-computing, SVOM pipelines, JEM-EUSO

J. Devin, Y. Gallant, C.Guépin, N. Komin, F. Piron, J. Bregeon (2019), M. Renaud (2024) - M.G. Bernardini + service informatique (L. Arrabito, P. Maeght, N. Pigoux, A. Faure, T. Barlyaeva (2025), U. Jacob, SM Renucci, L. Van Katwijk)

Post-doc: Q.Remy (2019), A.Sinha (2021), T. Maiolino (2025)

Doc: M.Tsirou (2019), L.Scotton (2023), A. Maiolo (2023) - S. El Attar Sofi (2028).

Modèles et théorie

Modèles phénoménologiques des sources à haute énergie.

Théorie de la microphysique des plasmas astrophysiques et rayons cosmiques .

Simulations HPC (AMR-VAC, PLUTO, ZELTRON)

C.Guépin, V. Guillet, A. Marcowith, M.Renaud (2024) - C.Sauty (Chercheur associé).

Post-doc: A.Araudo (2022, MSCA), AJ. van Marle (2022, ANR), M. Pandey (2024, CEFIPRA)

Doc: K. Sabri (2025, Modélisation), C.Meskini (2024, Théorie), V.Brunn (2024, Théorie), A. Charlet (2021, Théorie), L.Brahimi (2020, Théorie) - L.Burnaz (2028,c), E.Calliès (2026), M. Gnaoui (2027,c).

Equipe EMAC: chercheur.se.s (fin 2025) et projets de recherche

Astrophysique rayonnement gamma

High Energy Stereoscopic System (HESS) (JD, YG, NK, AM, GV, *SEAS*)

Fermi gamma-ray telescope (FP)

Cherenkov Telescope Array (CTAO) (JD, YG, CG, NK, AM, FP, GV, *SEAS*)

Space-based multi-band astronomical Variable Objects Monitor (SVOM) (MGB, JD, CG, *TM*, FP, *SEAS*)

Astrophysique Neutrinos

Kilometer Cube Network (KM3NeT) (GV)

Giant Radio Array for Neutrino Detection (GRAND) (CG, AM)

Vera Rubin Telescope

STARDICE (Vera Rubin Telescope) : B. Plez (AS)

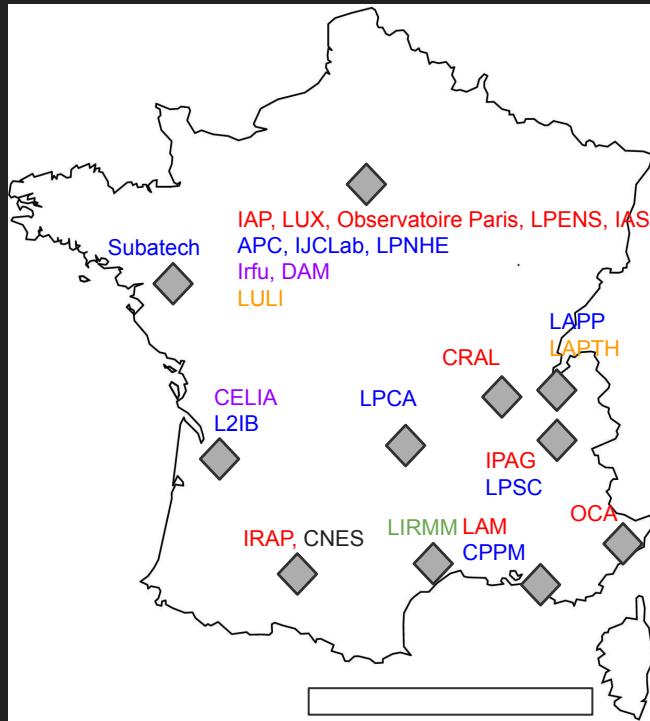
Rayonnement Cosmique

Interactions du rayonnement **cosmique** (INTERCOS), master-projet IN2P3 (2020-2026) : CG, AM

Collaborations Nationales (hors grandes collaborations)

Tutelle principale

INSU, IN2P3, INP, CEA, INS2I, CNES



Projet INTERCOS: APC, IJCLab, LPNHE, LPSC, L2IB

Théorie: IAP, APC, LUX, Obs.Paris, DAM, APC, LULI, LPENS, IAS, IJCLab, LPNHE, LAPTH, CRAL, OCA, IPAG, CELIA, IRAP, Subatech

CTAO & HESS: APC, LUX, CEA/Irfu, IJCLab, LAPP, IRAP, L2IB, LIRMM

GRAND: IAP, LPNHE, Subatech

KM3NeT: CPPM

SVOM: IAP, IRAP, CEA/Irfu, APC, CNES

LSST: LPCA, LAM, LPNHE, IJCLab

Collaborations internationales : Europe (hors collaborations)



Allemagne (5): RWTH Aachen, Duisburg-Essen University, Heidelberg University, ESO Garching

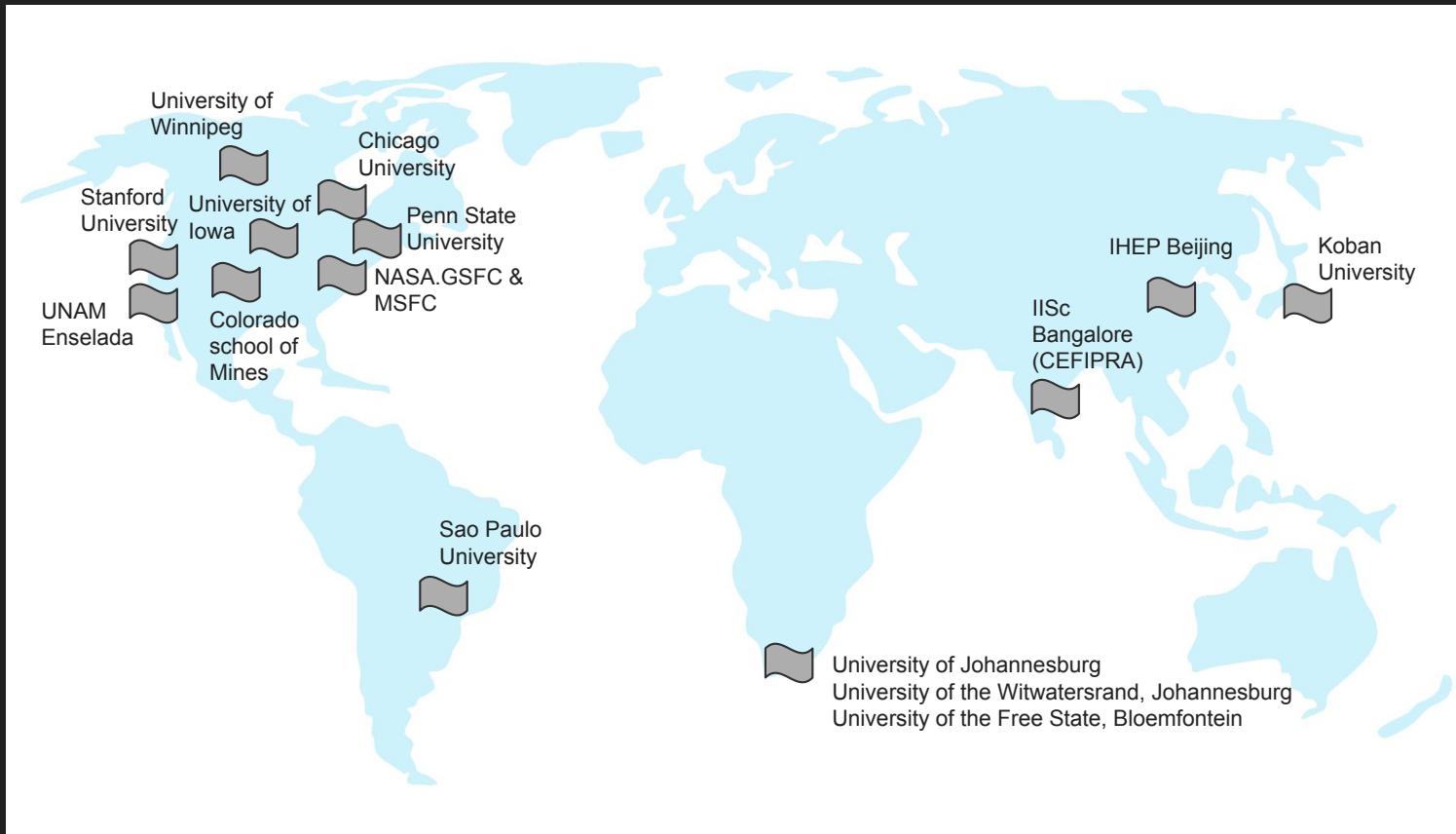
Grèce: Athens Kapodistrian University, Patras University

Italie (4): Trieste University, Brera Observatory, Arcetri Observatory, Turin Observatory, University Calabria Rende

République Tchèque: Charles University

Portugal: Porto University

Collaborations internationales (hors collaborations)



Responsabilités: collaborations

H.E.S.S.

- Flatfield Calibration Sources (project manager GV)
- Collaboration board (chair, NK)
- Galactic working group (convener, JD)
- Secretary of the Observation Committee (YG)

CTAO

- South site Raman Lidar (IKC), (project manager, GV)
- Workload Management System (IKC) (project manager, LA)
- NectarCam Flatfield and Single Photon Calibration Sources (project manager, GV)

GRAND

- Machine Learning working group (convener, CG)

SVOM

- SVOM GRB science working group (deputy convener, MGB)
- SVOM ECLAIRs-GRM GRB pipelines (project co-manager, FP)
- SVOM ECLAIRs-GRM working group (convener, FP)
- SVOM ECLAIRs data analysis group (co-convener, FP)

LSST

- LSST DESC Computing WG (convener, JCT)

Responsabilités institutionnelles

- **Section CoNRS**
 - J. Cohen-Tanugi (section 01)
 - C.Guépin (section 19, mandat en cours)
 - N.Komin (section 04, mandat en cours)
- **Section CNU**
 - locale : section 29/34 : A.Marcowith (président, 2021-2025, membre 2017-2021), V. Guillet (membre, mandat en cours), N. Komin (membre, mandat en cours)
- **Conseils/comités Laboratoires/universités**
 - Membre du CS IJCLab : F. Piron
 - Comité HCERES : A.Marcowith (IPAG)
 - Comité recrutement universités grecques: C. Sauty.
- **Laboratoire**
 - Directeur adjoint: G. Vasileiadis (2019-2026)
 - RER EMAC: J.Cohen-Tanugi (2016-2020)
 - Membres réguliers des 2 conseils : Y. Gallant, J. Devin, J. Cohen-Tanugi.
 - Membres GIEL: Y.Gallant, C.Guépin, V. Guillet, A.Marcowith, F. Piron.
 - Référents égalité/justice sociale: J.Devin, C. Guépin.
- **Comité MSCA grants**
 - A.Marcowith (2023, 2024, 2025)

Enseignements (master)

Cosmos, Champs et Particules (CCP)

Astroparticules 1 (M1, Astro-CCP)

N. Komin, Y. Gallant, C. Sauty, E. Nuss

- rayons cosmiques, astronomie gamma, objets compacts

Astroparticules 2 (M2 CCP)

N. Komin, E. Nuss (+ J. Devin / C. Guépin / F. Piron / C. Sauty fin 2023)

- interactions particules/matière, détecteurs, astronomie gamma 2

Astrophysique des hautes énergies (M2 CCP)

Y. Gallant, C. Sauty

- Dynamique et Processus d'émission hautes énergies

Travaux Pratiques (M2 CCP)

N. Komin, G. Vasileiadis, E. Nuss

- détection de rayons cosmiques (2025/26: migration PMT \Rightarrow SiPM)

La science dans EMAC

Les moyens financiers

CNRS + UM Funding (k€)	EMAC Team [CNRS-NP flagship experiments+topics]		
	unmarked	earmarked	total
2019	33	130	163
2020	42	94	136
2021	42	83	125
2022	55	212	267
2023	53	101	154
2024	62	92	154
Av	48	119	167

L'équipe du LUPM avec les montants les plus élevés = implication dans les expériences (CTA, H.E.S.S., Fermi, SVOM, KM3NeT, GRAND, INTERCOS)

+ SVOM CNES

- + Développement (2018-2024): 75k€
- + Exploitation (tranche ferme, 2024-2027) : 311k€ (dont CDD ingénieurs)
- + Accompagnement sci. : ~18k€/an

Activités CTAO Instrumentales

Personnel: G. Vasileiadis (DR), P. Brun (IT), O. Gabella (IT), S. Rivoire (IT)

Raman Lidar : Primary project of the Instrumentation Service.

IKC contribution (exclusivement LUPM) :

A working prototype compliant with the CTAO requirements

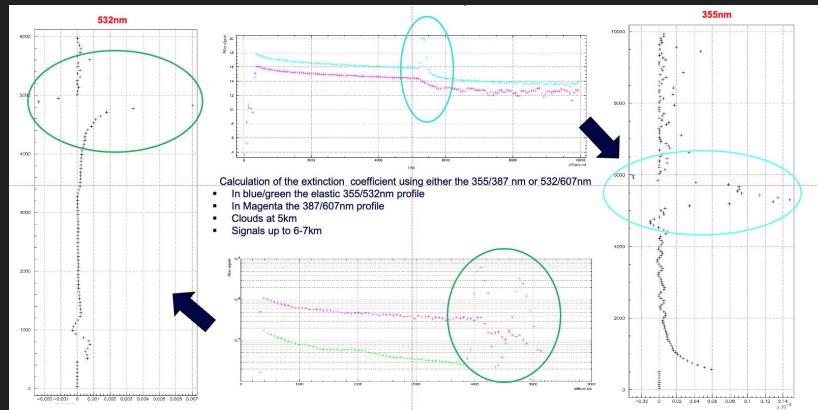
Unique features

- Auto-aligning /Auto-Calibrating
- Advanced PMT gating for signal optimization
- S/N ratio at low altitudes

Choice as the CTA South Site Raman Lidar (installation late 2027)

Data taken at OHP (Obs Haute Provence) confirm expected performance.

Extinction measurements at two wavelengths (355/532 nm)



Activités CTAO Instrumentales

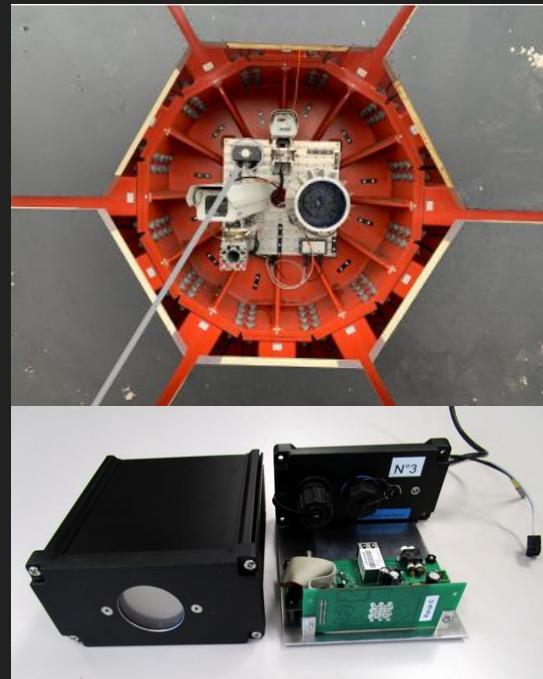
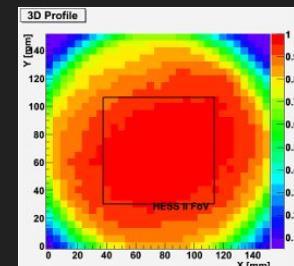
Personnel : G. Vasileiadis (DR), P. Brun (IT),
S. Rivoire (IT)

Flatfield Calibration Sources for NectarCam
(and H.E.S.S.)

- *A pulsed light source (@400 nm)*
- *Generate flatfield patterns*
- *Generate single photon one.*
- *Tested and approved (CDMR)*

All CTAO sources assembled and tested

- *Installation schedule for the CTAO North site late 2027*
- *H.E.S.S. sources installed at the H.E.S.S. site*



Activités KM3NeT instrumentales



Personnel : G. Vasileiadis (DR), O. Gabella (IT), S. Rivoire (IT)

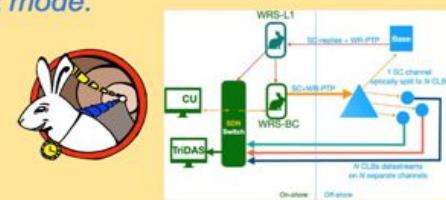
« Base Module » Integration Site

- *The Base Module is a device that enables communication between the detection lines deployed on the seabed and the onshore control station.*
- *Expert site for the « ORCA » collaboration*
- *Training and technical assistance for other sites (Oujda, Valence, ...)*
- *23 Base Modules integrated on the Montpellier site since 2020*
- *18 of which are currently deployed on the seabed (more than 50% of the deployed BMs)*
- *End of integration scheduled for 2029/2030*



White Rabbit PTP Core software

- *Upgrade of the White Rabbit PTP Core software v4.2 from Unicast to Broadcast mode.*
- *Two software versions have been developed and provided:*
- *One for the Digital Optical Modules (DOMs)*
- *One for the Base Modules (BMs)*
- *Both have been successfully deployed on the ARCA and ORCA detectors.*



Activités CTAO Computing

IT service : L. Arrabito, A. Faure, N. Pigoux, *SM Renucci, L. Van Katwijk*

- **CTA-DIRAC project :** (LA, NP, SM R, L VK)

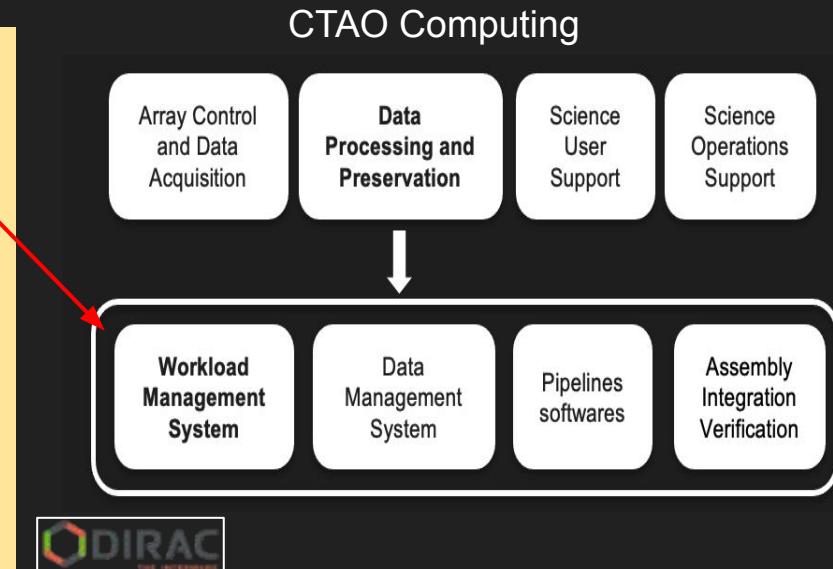
- Development of the **Workload Management System**
- Already operational for massive MC simulations
- IKC Contribution

- **CORSIKA project :** (AF, LA)

- Development/optimisation of the new C++ version

- **Gammappy project :** (NP)

- Continuous integration/sw quality



Cosmologie : LSST & StarDICE

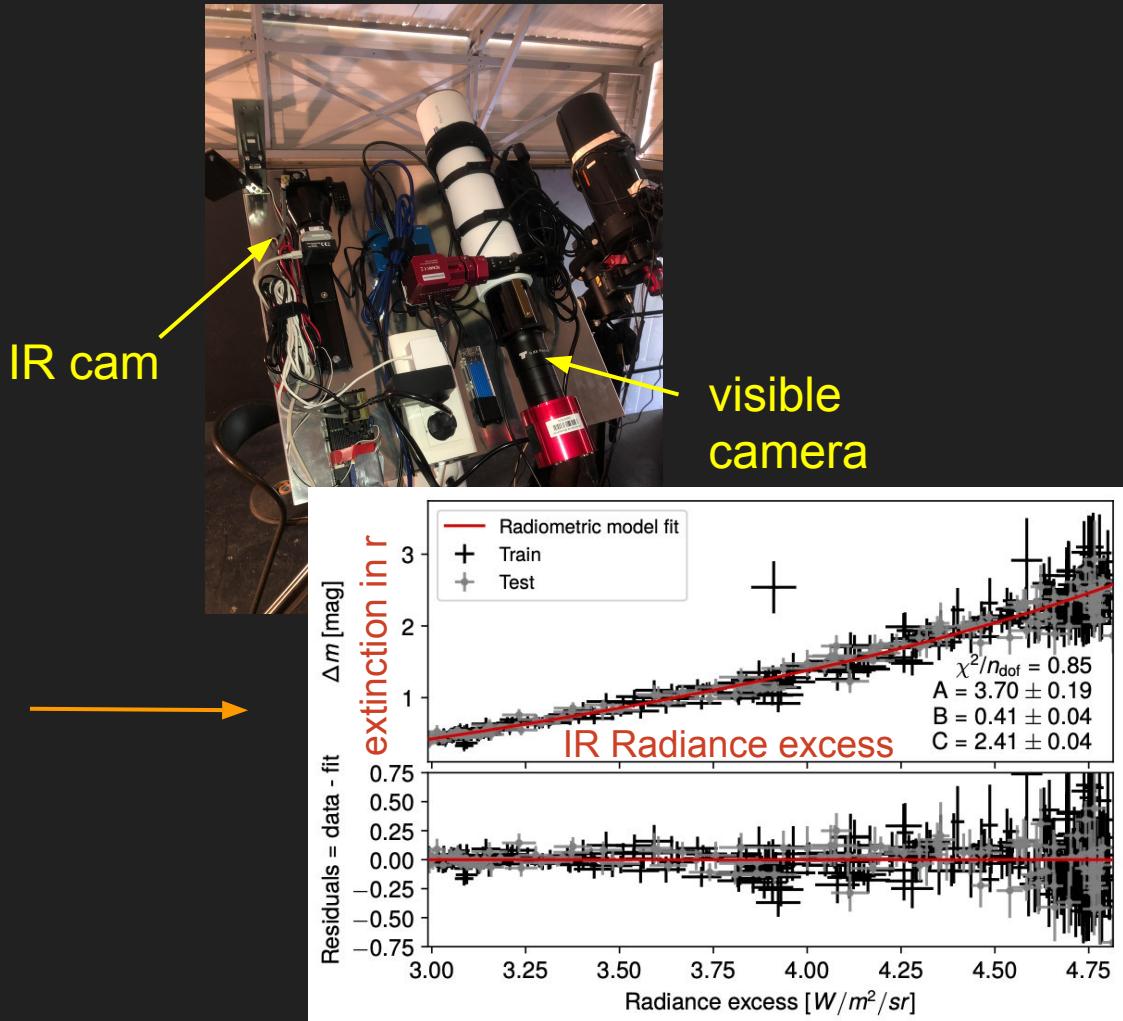
Personnel : J. Cohen-Tanugi, E. Nuss, B. Plez (AS), K. Sommer

StarDICE

Uncooled IR camera precision calibration

Cloud grey absorption : Sky radiance monitoring (@10 mic) allows accurate visible photometry correction

Contribution to CBP (collimated beam projector) for telescope transmission measurement (travelling version)



JEM-EUSO, rayons cosmiques (CR) et neutrinos VHE

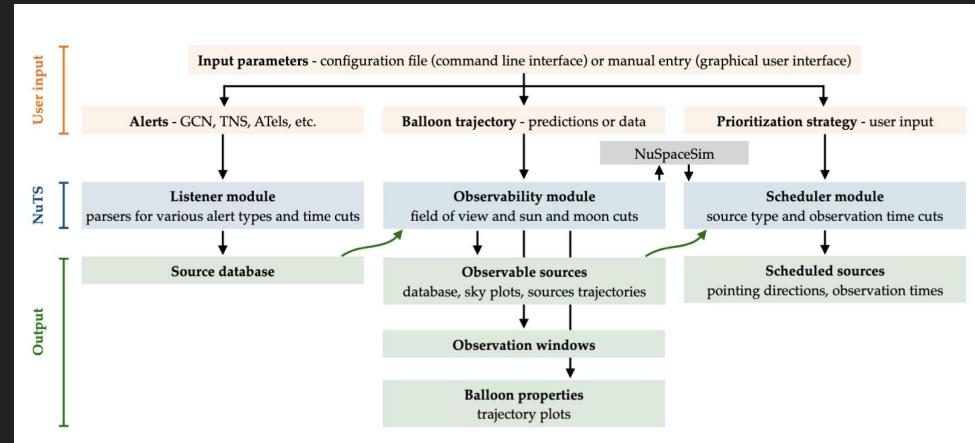
Personnel : C. Guépin

Collab. T. Heibges, J. Eser, M.H. Reno, T. Venters, L. Wiencke, and others

- EUSO-SPB2 mission (2023)
 - **Groupe de travail ToO** (Target of Opportunity): recherche de neutrinos de très haute énergie en coïncidence avec des événements transients (ex. sursauts gamma, flares de blazars), software NuTS
 - **Groupe de travail CT** (télescope Cherenkov): analyse/interprétation données

Références: [Heibges, CG et al. 2025](#), ICRC2025 PoS [1051](#) & [1155](#)

Development of the Neutrino Target Scheduler (NuTS) software



- **Perspectives : mission PBR (2027)**
 - Membre du groupe des opérations des missions PBR
 - Plan opérationnel pratique et exploitable visant à maximiser la production scientifique de la mission
 - Planification des stratégies d'observation
 - Organisation d'un planning de permanences (shifter schedule)

GRAND, rayons cosmiques (CR) et neutrinos VHE

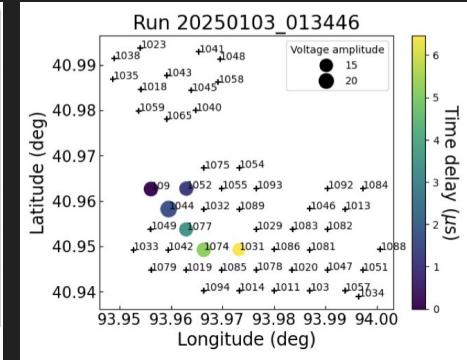
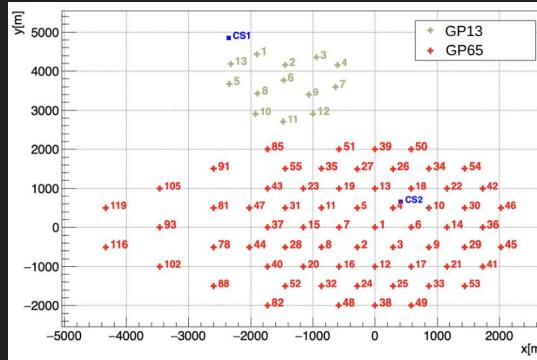
Personnel : C. Guépin, A. Marcowith

Collab. R. Alves Batista, K. Kotera, M. Guelfand, K. Murase

- **Groupe de travail analyse** : premières détections et reconstructions avec prototype GRANDProto300, développement techniques de machine learning
- **Groupe de travail software** : contributions au développement de GRANDlib
- **Groupe de travail science** : revue transition CR galactiques à extra-galactiques

Références: [R. Alves Batista et al. 2024](#),
ICRC2025 PoS 253, 278, 298 & 314

Réseau d'antennes GRANDProto300 déployé (Chine)
Premiers rayons cosmiques détectés



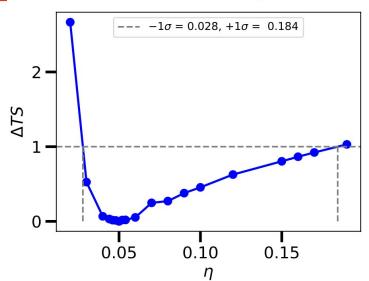
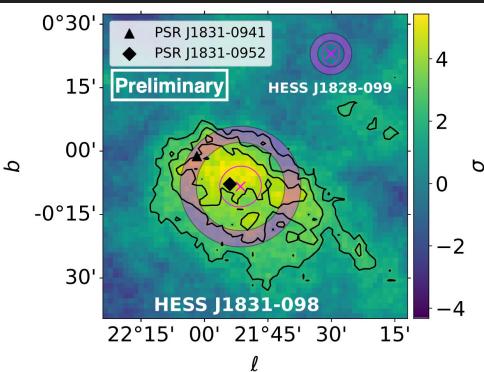
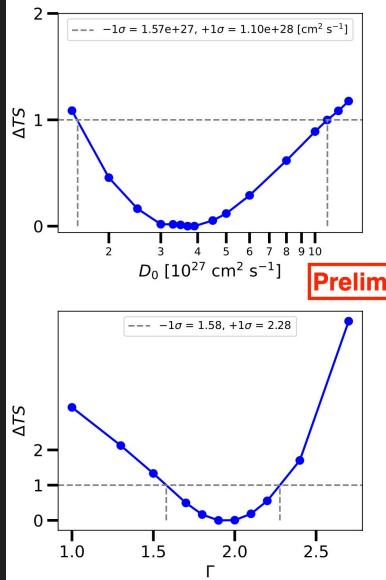
● Perspectives : GRAND & HERON

- Instrumentation & interprétation : constitution d'un groupe neutrinos KM3NeT - GRAND
- Contributions instrumentales du LUPM dans GRAND ou HERON à l'étude.

Sources (de type) galactiques avec H.E.S.S.

Personnel : *K. Sabri, Y. Gallant, J. Devin, N. Komin*

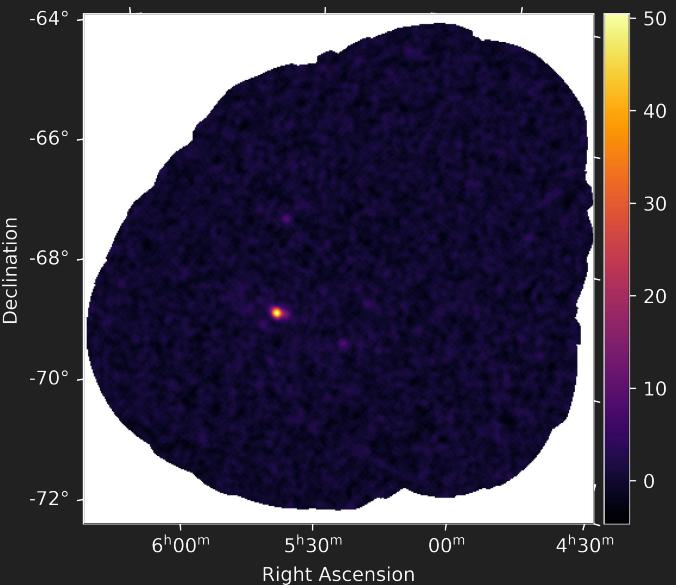
Halos de pulsar



- Modélisation de HESS J1831-098 comme halo du pulsar J1831-0952
- permet de déduire les paramètres physiques du modèle, et leurs incertitudes asymétriques, directement de l'ajustement aux données

Sources dans le LMC

- Collab (avec Afrique du Sud) : E. Mckie (Wits), B. van Soelen, L. Fisher (Univ. of the Free State)



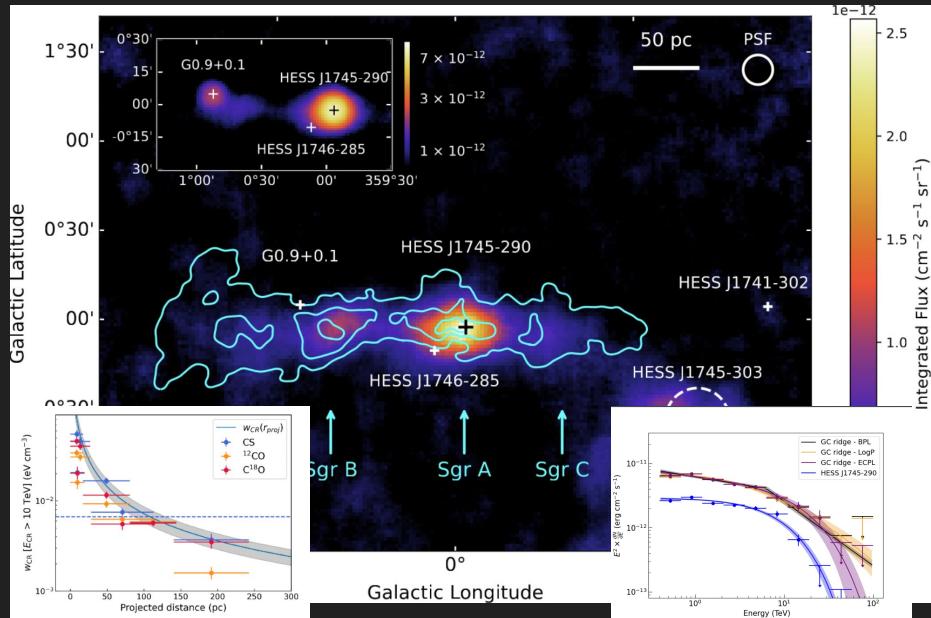
5 sources de types différents

- PWN, SNR, amas d'étoiles, binaire
- parfois plus lumineux que les objets galactiques

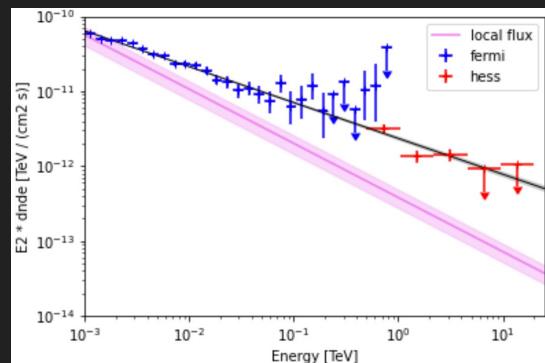
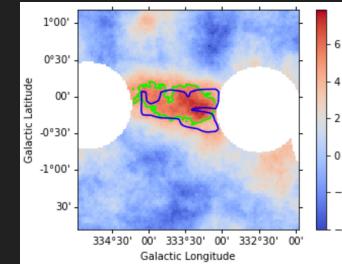
Émission diffuse avec H.E.S.S.

Personnel : J. Devin, Y. Gallant, N. Komin, A. Sinha + Collab : R. Terrier, A.

Lemière (APC)



Injection continue de protons près du Centre Galactique mais coupure spectrale vers 100 TeV => le centre de la Galaxie n'est pas le PeVatron prétendu



- détection d'émission ayant la morphologie de nuages moléculaires
- impliquerait un spectre des rayons cosmiques galactiques plus dur ($\Gamma \sim 2.5$) et ~5 fois plus élevé que dans le voisinage solaire

Perspective: Travail sur la recherche et l'extraction de l'émission diffuse dans les nuages de Magellan

SVOM et GRBs : pipelines sol ECLAIRs / GRM et opérations scientifiques

Interface utilisateur eclgrm-ui (page principale) : processus (auto & manuels) exécutés au FSC pour GRB240821A

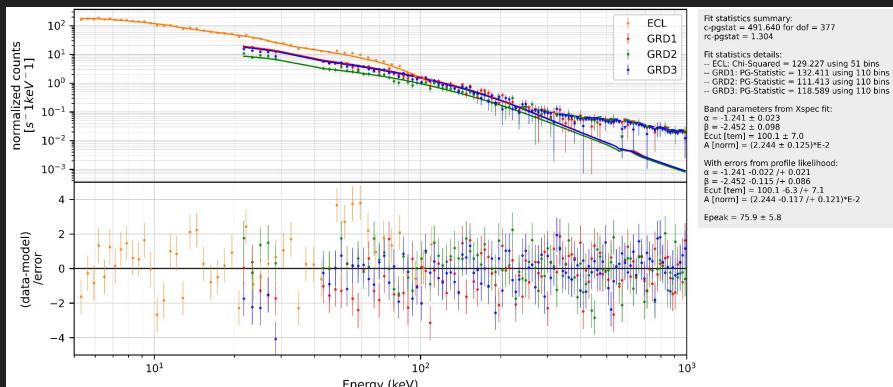
Personnel : M.G. Bernardini, S. El-Attar-Sofi, A. Maiolo, T. Maiolino, F. Piron (+ P. Maeght, U. Jacob, T. Barlyaeva)

Collab. IAP : F. Daigne, M. Pillas + 1 ingénieur

- *French Science Center* : LUPM responsable des analyses des GRBs ECLAIRs / GRM
- Livrables : 1 suite logicielle + 2 pipelines (données temps réel, données complètes) + 1 interface utilisateur → ~50 produits scientifiques / GRB Piron+2026 (accepted RAA)
- Shift *Instrument Scientist* ECLGRM 1 semaine sur 2 (8AM-1AMd+1), charge importante
 - >170 circulaires GCN depuis le lancement
- Tâches de service de l'OSU OREME (SNO SVOM)
- Perspectives : optimiser / maintenir les pipelines, reprocessing massif, pipelines catalogues

Process table								
Burst id	Trigger time [UTC]	Target	Proc ver	Proc date [UTC]	Proc type	Status	Obs id	Pass id
sb24082109	2024-08-21T18:35:55.270	ECLGRM-VHF-ECL	v5	2025-12-01T15:49:15	user	Complete	2566914140	n.a.
sb24082109	2024-08-21T18:35:55.270	ECLGRM-VHF-GRM	v8	2025-12-01T15:50:29	default	Complete	2566914140	n.a.
sb24082109	2024-08-21T18:36:02.700	ECLGRM-VHF-GRM	v3	2025-12-01T15:45:32	user	Complete	1996490421	000899_SYC
sb24082109	2024-08-21T18:35:55.270	ECLGRM-XBAND-ECL	v6	2025-10-22T14:12:10	user	Complete	1996490421	000899_SYC
sb24082109	n.a.	ECLGRM-XBAND-ECLGRM	v4u02	2025-11-17T18:12:35	user	Complete	1996490421	n.a.
		ECLGRM-XBAND-ECLGRM	v4u03	2025-11-17T17:56:23	user	Complete	1996490421	n.a.
		ECLGRM-XBAND-ECLGRM	v4	2025-10-22T14:37:04	default	Complete	1996490421	n.a.
		ECLGRM-XBAND-ECLGRM	v3	2025-06-02T08:57:42	default	Complete	1996490421	n.a.
		ECLGRM-XBAND-ECLGRM	v2	2025-04-22T14:23:36	default	Complete	1996490421	n.a.
		ECLGRM-XBAND-ECLGRM	v1	2024-12-19T06:15:54	default	Complete	1996490421	000899_SYC
		ECLGRM-XBAND-ECLGRM	v4u01	2025-11-17T17:56:23	user	Complete	1996490421	n.a.

GRB 241018A : fit spectral ECLAIRs+GRM (modèle de Band)

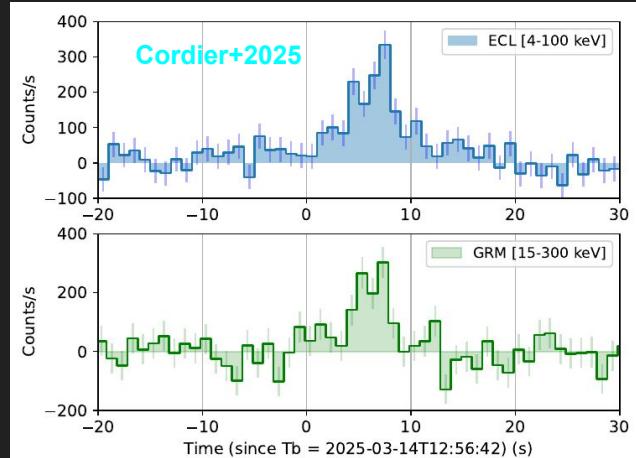


Sources explosives : sursauts gamma avec SVOM et Fermi

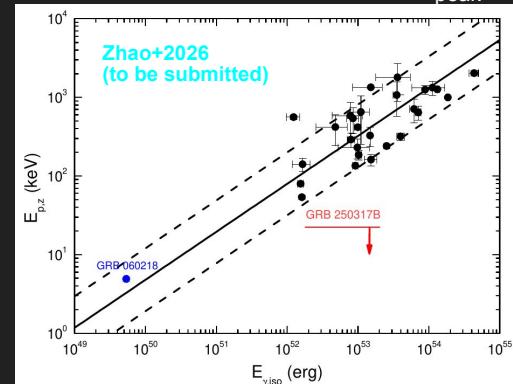
Personnel : M.G. Bernardini, J. Devin, S. *El-Attar-Sofi*, C. Guépin, T. Maiolino, F. Piron, L. Scotton

- Shifts BA (*Burst Advocate*) SVOM et Fermi/LAT (~14 sem./an)
- SVOM : contributions articles (analyses ECLAIRs/GRM)
 - GRB250314A : 5ème GRB le plus distant ($z \sim 7.3$)
 - En préparation : GRBs 240821A, 241113B, 250317B, 250706B/C, 250919A, 251122A
- Origine de l'émission prompte à haute énergie (keV-MeV)
 - Fermi/GBM : *Internal Shock Synchrotron Model* validé
 - SVOM+Fermi : synchrotron *cooling breaks* (co-lead)
- Perspectives
 - SVOM *paper lead* si GRB intéressant durant un shift BA
 - Catalogues ECLAIRs et ECLAIRs+GRM
 - SVOM+Fermi : scénario synchrotron aux chocs internes, recherche de composante quasi-thermique secondaire

GRB250314A à $z \sim 7.3$



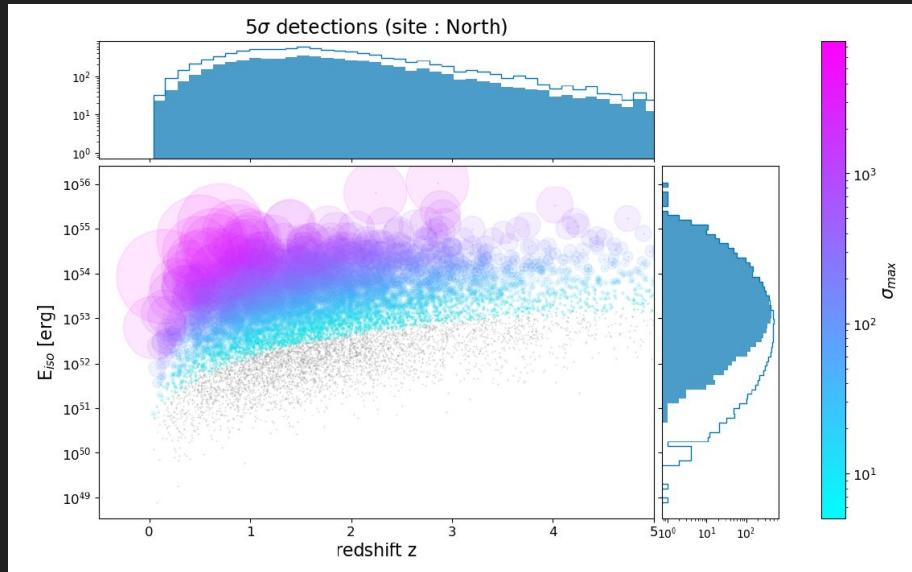
GRB250317B : X-Ray Flash ($E_{\text{peak}} < 5 \text{ keV}$)



Sources explosives : sursauts gamma de SVOM à CTAO

Personnel : *S. El-Attar-Sofi, J. Devin, F. Piron* – Collab. : *Z. Bosnjak, G. Ghirlanda, L. Nava, T. Stolarczyk*

- Estimation des taux de détectabilité conjoints des GRBs avec CTAO et Fermi-LAT (en cours)



Perspective: Recherche de précurseurs dans les données SVOM pour étude de faisabilité sur l'obtention d'alertes de suivi précoce et potentielles observations de l'émission prompte avec CTAO

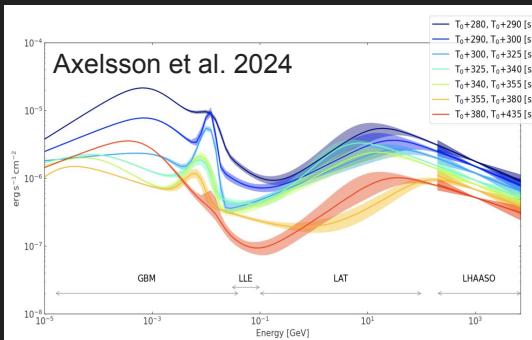
Sources explosives : modélisation des sursauts gamma

Personnel : M.G. Bernardini, C. Guépin, *M. Gnaoui*,
A. Marcowith, F. Piron, *L. Scotton*

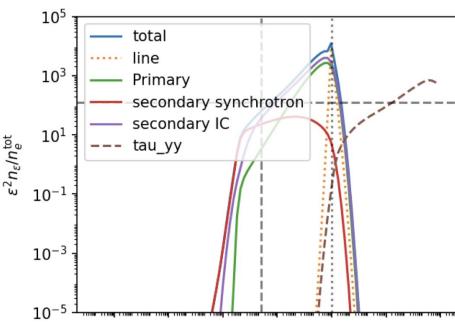
Collab. IAP (*F. Daigne*) & Stanford Univ.

- Impact de la production de paires électrons-positrons sur l'émission prompte des sursauts gamma (thèse M. Gnaoui)
 - Étude de la raie d'émission de GRB221009A (papier en préparation)
- GRB220101A [Scotton et al 2023](#)
 - Le plus distant vu par Fermi ($z=4.618$)
 - Cassures spectrales à 20-70 MeV → absorption par création de paires
 - + variabilité rapide → $\Gamma_{jet} \sim 110$ et émissions HE co-spatiales à $R \sim 10^{14}$ cm (distance typique des chocs internes)

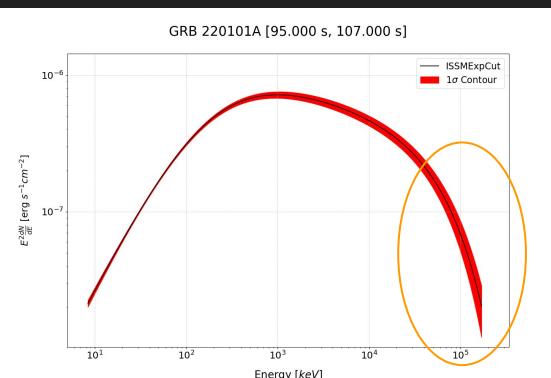
Spectre GRB221009A



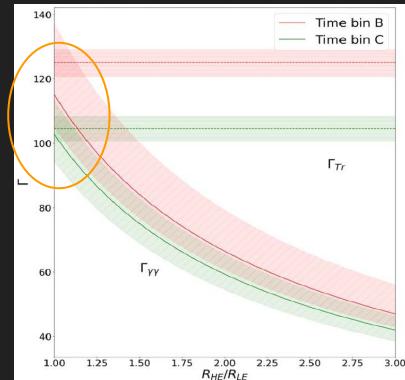
Modélisation raie d'annihilation



GRB220101A : SED Fermi (GBM & LAT)



GRB220101A : facteur de Lorentz vs. rapport des distances d'émission



Sources explosives : Core-collapse SNe avec CTAO

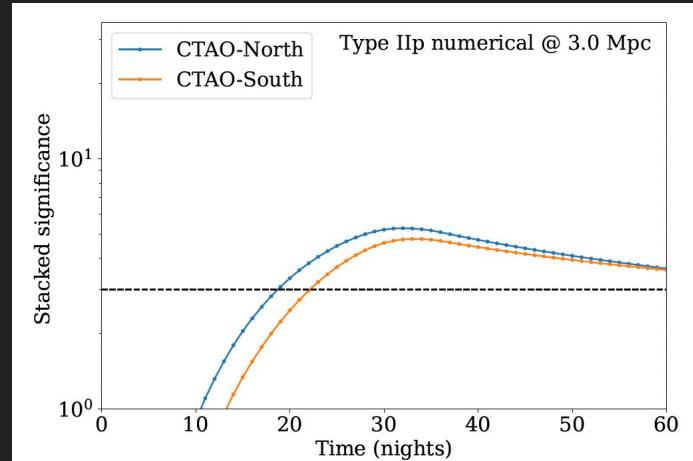
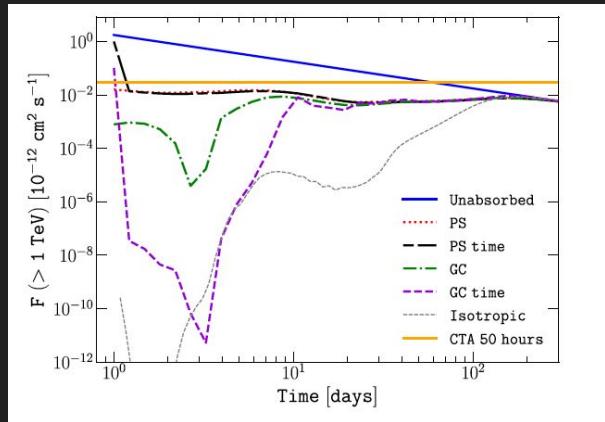
Personnel : J. Devin, A. Marcowith, (+ M. Renaud)

+ Collab : F. Acero (CEA), P. Cristofari (ObsPM), V. Dwarkadas (Univ. Chicago)

- Calcul d'émissivité gamma (prise en compte de l'absorption gamma-gamma) dans le premier mois après l'explosion [Cristofari et al 2020](#).
- Détectabilité des cc-SNe avec CTAO: Mesure de l'émission gamma dans les premiers instants post-explosion en vue de savoir si ces objets sont des PeVatrons (article consortium CTA en préparation)

Perspective: Ré-estimation du taux de SNe dans l'univers local (en cours)

Flux au delà de 1 TeV pour un objet du type SN 1993J



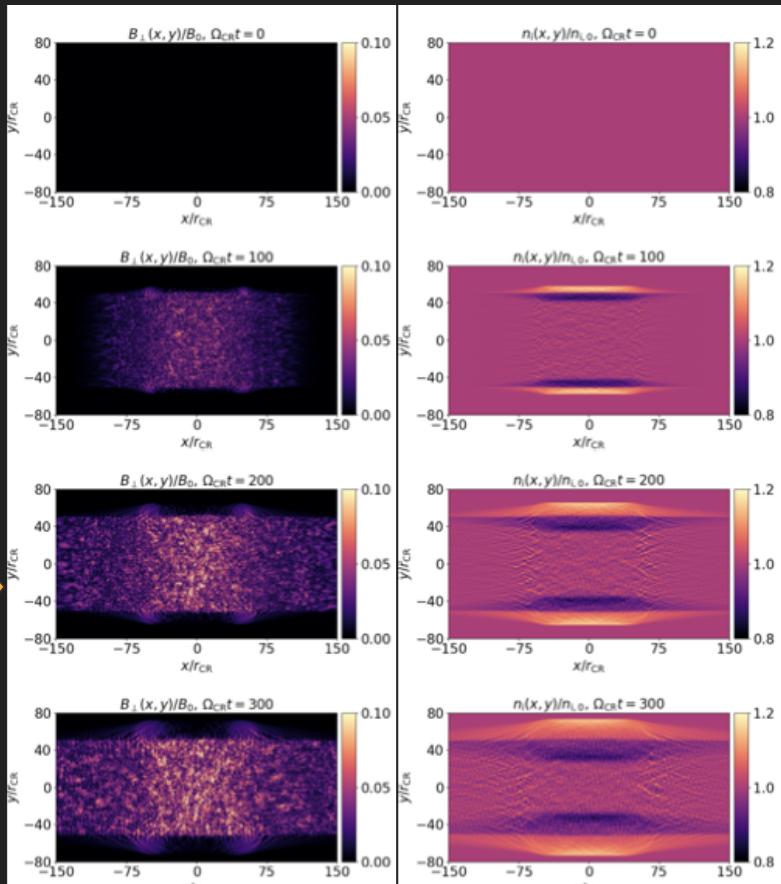
Théorie : rayonnement cosmique

Personnel : A.Marcowith, C. Guépin, L.Burnaz

- Développement code HPC de type MHD-PIC (AMR-VAC)
 - Accélération ondes de chocs
 - Transport et instabilités produites par les rayons cosmiques, problème de l'échappement des sources [Marcowith 2025](#)

Simulation 2.5D RC s'échappant en fonction du temps d'un reste de supernova suivant l'axe x (Gauche: Champ magnétique turbulent, Droite : densité de rayons cosmiques), coll. VM.Phan (LUX).

- Perspective
 - Etude du transport et de l'accélération en présence d'un milieu turbulent (eg Thèse L. Burnaz).



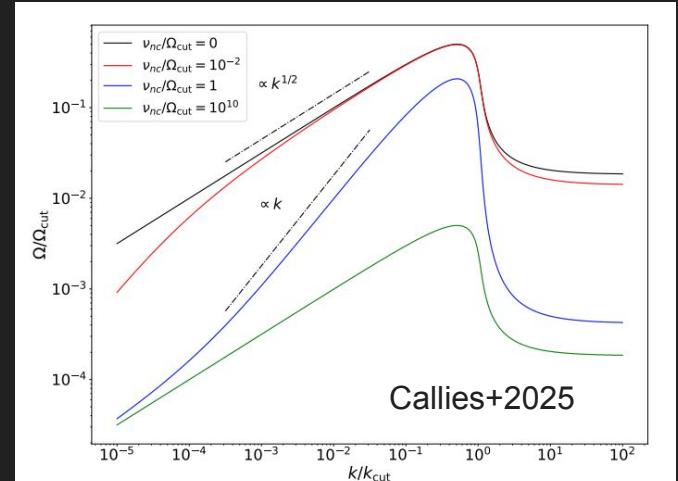
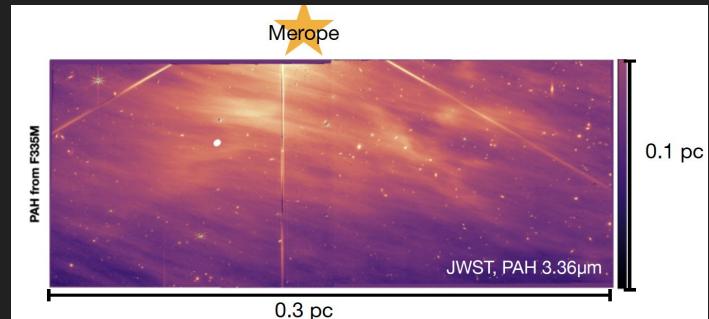
Théorie : Milieu interstellaire et poussières

Personnel : V. Guillet, A. Marcowith, *E. Calliès*

- Dynamique du milieu interstellaire :
 - structuration du milieu diffus magnétisé par l'instabilité de Rayleigh-Taylor (RTI) en présence de diffusion ambipolaire - Observations JWST Pleiades GO 2143
 - modèles physique de poussières (collab. IAS, ESO)
 - modélisation de l'équilibre ionisation / croissance des poussières lors de l'effondrement d'un nuage pré-stellaire.

Taux de croissance théorique de MRTI pour différents régimes de couplage ion-neutre (effet de la diffusion ambipolaire), [Calliès et al 2025](#).

- Perspectives: Caractérisation des fluctuations des propriétés optiques des poussières interstellaires en émission, pour la séparation de composantes (modes B du CMB). Collab. LPENS (F. Boulanger) - IJCLab (L. Vacher)
- O..Berné : nouveau chercheur associé. Projet étude des enveloppes des étoiles jeunes.



Théorie : étoiles jeunes

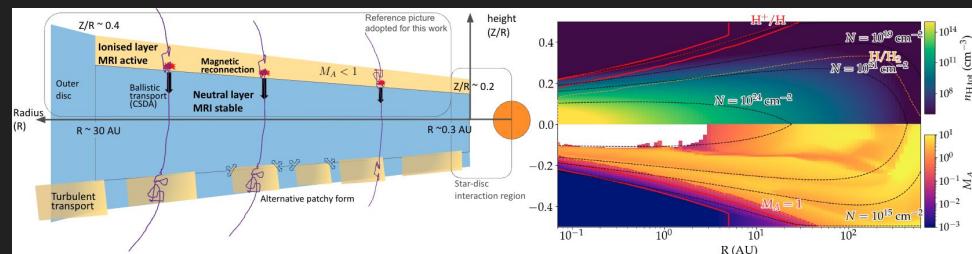
Personnel : A. Marcowith, C. Sauty, V. Brunn, C. Meskini.

- Modèle incluant de la microphysique de l'accélération et transport de particules énergétiques => ionisation des disques d'accrétion, chauffage lancement des jets via simulations MHD 2 et 3D (PLUTO)
- Emission gamma des jets [Araudo et al 2021](#)

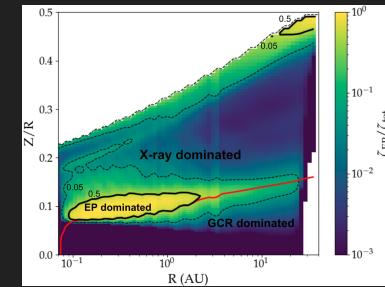
Perspectives

- Simulations 3D MHD, MHD + PIC (ANR MadJets)
- Adaptation aux objets compacts (eg Sgr A*)

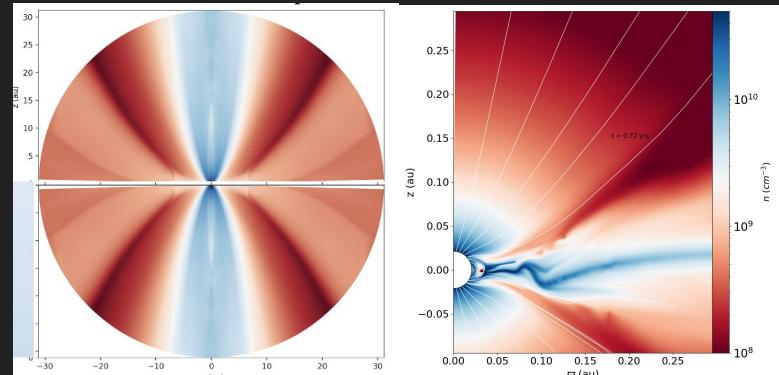
schéma disque turbulent | solution PRODIMO



L'ionisation par les particules énergétiques injectées par processus de reconnexion magnétique induite par la turbulence magnétique ([Brunn et al 2026](#)), (+ [Brunn et al 2023, 2024](#))



Solutions de jets incluant le chauffage des particules énergétiques ([Meskini et al 2024](#))



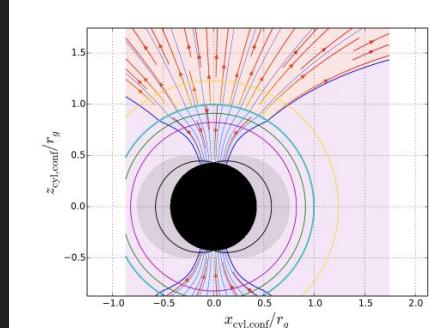
Théorie : objets compacts

Personnel : C. Guépin, A. Marcowith, C. Sauty

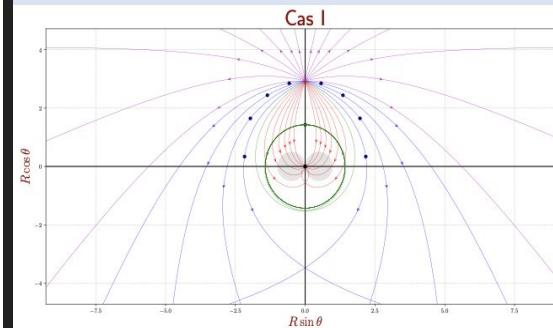
- Spines jets dans les AGN, modèle de création de paires électron-positron.
- Magnétosphères de pulsars, production de paires électron-positron et modélisation multi-messagers (CR, neutrinos)
- Perspectives :

- Pulsars (ERC?): contributions code Zeltron + développement / couplage code lepto-hadronique
- Simulations GR-MHD radiative (coll D. Bégué)

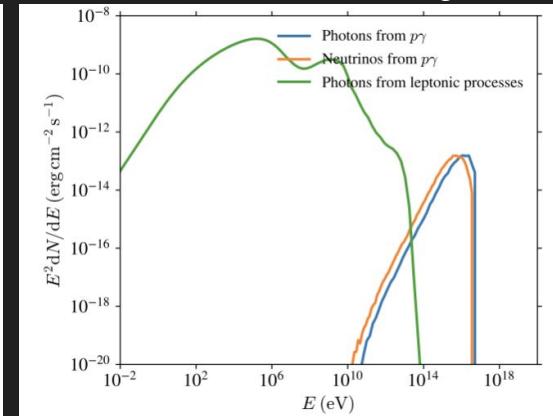
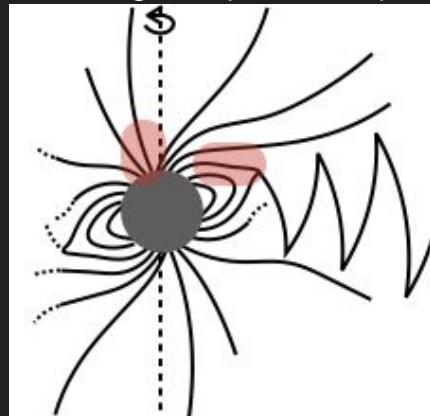
Modèle de spine-jet dans les AGN



création de paires :
reconstruction des géodésiques
des photons



Magnétosphères de pulsars et modélisation multi-messagers



Les activités grand public dans EMAC

Conférences grand public près d'une vingtaine de conférences dans différents cadres :

- Université du Tiers-Temps, PlanetOcean (planétarium de Montpellier), MJC Castelnau-le-Lez, Société d'Astronomie de Nantes (JD, YG, VG, AM, FP)
- SFP : "15 physiciennes" (CG)
- Conférences générales de la collaboration CTA (AM)
- Semaine des Sciences des Lycées Feuillade (Lunel) et Lamour (Nîmes) (VG)
- Animation de soirées d'observation lors du "Jour de la Nuit" (en octobre, VG)

Dans les média

- Ciel & Espace, radio AlterNantes FM (FP)
- Lancement de SVOM : CP IN2P3 & OREME, CNRS vidéos (Youtube), presse locale (FP)
- Film documentaire : "Vivre l'aventure scientifique - la mission Planck" (2023-2024)" (VG)

A l'intersection de la science et de l'art

- "Les 4 saisons de l'Univers", cycle de 4 conférences en Hérault avec quartet de Jazz (VG)
- "Dancer avec les planètes" - Festival "Les Palabrases", Cie Danse Virgule, 2021 (VG)
- Discussion Art & Sciences autour de la Lumière - "Intervalles Lucides", Musée LUMA Arles, Dec 2025 (VG)

Perspectives

Demandes RH sur appel à projet

- ERC
 - **Cosmic Compass** ERC-Consolidator (2020), PI V. Guillet. **Non retenue**.
 - **FASTER** ERC-Synergy (2025), PI J.Fuchs Polytechnique & S. Orlando (Palerme Observatory), co-I A.Marcowith. Recalée en Phase B.
 - **SHaPE** ERC-Starting (2026, 5 ans), PI C. Guépin. LUPM: 2 thèses, 2 postdocs
- ETN
 - **PORTALS** (2025, 4 ans), PI E.Whelan (Maynooth University), co-I A.Marcowith, C. Sauty. **Non retenu**, resoumis pour 2026. LUPM: 1 thèse en co-direction avec Arcetri.
- MSCA (Marie-Curie)
 - **EMAXSHOCK** (2020, 2 ans), PI A. Araudo, financée.
- ANR
 - **MACH** PRC (2015, 4 ans), PI A.Marcowith, **financée** : 1 post-doc (AJ van Marle)
 - **GAMALO** PRC (2020, 4 ans), PI P. Martin (IRAP) co-I A.Marcowith, **financée** : 1 post-doc (AJ van Marle).
 - **MadJets** PRC (2024, 2025, 4 ans), PI C. Sauty, sur liste complémentaire en 2025, à resoumettre en 2026. LUPM: 1 postdoc.
 - **SCRIPT** PRCI (2025, 3 ans), PI Y. Génolini (LAPTH) & P. Mertsch (RWTH) , co-I A.Marcowith recalée en Phase B, à resoumettre en 2026 (dossier DFG). LUPM: 1 post-doc.
 - **CHARGE** PRC (2026, 3 ans), PI B.Commerçon (CRAL), co-I A.Marcowith. LUPM: 1 postdoc.
- CNES (co-financements de thèse - FP)
 - **Préparation SVOM** : financée (thèse CNES/CNRS, A. Maïolo, 2020-2023)
 - **Exploitation SVOM** : 2025 sujet rejeté, 2026 sujet présélectionné

Perspectives générales à 5 ans: science

- **Exploitation scientifique des expériences** en cours (SVOM, Fermi, HESS) et à venir (CTAO) : analyse et modélisation des sources transitoires (sursauts gamma, cc-SNe), des sources galactiques en rayons gamma (e.g. les halo de pulsars) et de l'émission diffuse (e.g. les nuages de Magellan). **Thématique transversale et fédératrice du “ciel transitoire”** (SVOM, Fermi, H.E.S.S., CTAO, KM3NeT, modélisation) : évaluation positive par le conseil scientifique du LUPM en 2022
- **Renforcement de la composante astrophysique des neutrinos** : via l'implication dans KM3NeT, puis dans le projet GRAND. Éventualité de recruter un instrumentaliste.
- **Développement de nouveaux codes/techniques en astrophysique des plasmas** (GPU, nouvelles approches telles que les méthodes hybrides ou multi-techniques / multi-échelles).
- **Développement d'un axe d'étude du milieu interstellaire** (O. Berné, IRAP, débutera en tant que chercheur associé en janvier 2026), combinant observation et théorie, sur la thématique poussières et rayonnement cosmique.

SWOT: Strengths

- (Presque) une chaîne complète d'expertise allant de l'instrumentation à la théorie en passant par les analyses de bas et haut niveaux
- Une très bonne *visibilité* nationale et internationale : collaborations, implication technique et scientifique dans les grands projets
- L'équipe est *attractive* pour les étudiants : 9 thèses et 6 post-doctorants en 6 ans, ainsi que plusieurs stages de master et de licence chaque année
- L'équipe a bénéficié de soutiens réguliers : programmes nationaux du CNRS, CNES, deux projets ANR et un projet MSCA

SWOT: Weaknesses

- La partie instrumentation et pipelines dispose d'un effectif limité et peut donc rencontrer des difficultés pour faire face aux imprévus.
- L'équipe ne dispose pas d'un expert en développement de codes HPC (calcul haute performance).

SWOT: Opportunities

- L'astrophysique du ciel transitoire est un axe central de l'équipe. Cette branche de l'astrophysique est en plein essor, notamment avec le développement des études multi-messagers au cœur de grands projets (au LUPM : SVOM, Fermi, H.E.S.S./CTAO, KM3NeT, GRAND, modélisation)

SWOT: Threats

- Renouvellement de l'activité d'instrumentation. Un chercheur partira prochainement à la retraite. Le recrutement d'un instrumentaliste est nécessaire.
 - Priorité absolue à la section 04 du CNRS depuis plusieurs années.
- Les sciences numériques évoluent très rapidement. L'équipe a besoin d'un renforcement dans ce domaine.
 - Priorité absolue à la section 54 du CNRS depuis plusieurs années. CPJ-CNRS ?
 - Le recrutement d'un ingénieur en sciences numériques serait d'une grande utilité.