

Benoît Revenu

Ce document vient en complément des 10 productions scientifiques sélectionnées. Je n'ai mis que les productions à partir de mon passage DR2, soit depuis 2015. Les étudiants/étudiantes en thèse que j'ai eus dans la période 2015-2019 sont Florian Gaté (2013-2016) sur CODALEMA et Auger, puis Antony Escudié (2016-2019) sur CODALEMA et EXTASIS. Daniel García-Fernández a été postdoctorant entre 2016 et 2018.

Florian a exploité SELFAS pour analyser les données radio sur Auger (expérience AERA) ; il a montré que nous étions en mesure de reconstruire le maximum de développement des gerbes atmosphériques avec précision et sans biais, en comparant avec les données des télescopes de fluorescence d'Auger. Il a mis au point la chaîne d'analyse permettant d'intégrer les données du GDAS de la NASA pour construire un modèle réaliste des propriétés de l'atmosphère terrestre à l'endroit et au moment de la détection des gerbes atmosphériques. Il a enfin appliqué la méthode à l'ensemble des données AERA (donc incluant des gerbes pas nécessairement vues par la fluorescence) et il a pu estimer la fonction $X_{\max}(E)$, E étant l'énergie du rayon cosmique primaire, pour AERA. Le résultat est en excellent accord avec les données Auger. Ce résultat figure dans la thèse de Florian (<https://theses.hal.science/te1-01427261>, figure 5.3 page 186) mais n'a pas pu être publié dans un journal avec comité de lecture car les responsables d'AERA voulaient attendre que les autres méthodes développées par les autres groupes soient finalisées. À ce jour, AERA/Auger n'a toujours pas publié sur $X_{\max}(E)$ avec les données radio.

Antony a fait sa thèse sur CODALEMA et EXTASIS. Il a appliqué la méthode d'analyse de Florian aux données de CODALEMA, avec le même succès. Dans sa thèse (<https://theses.hal.science/te1-02337799v2> figure 9.7 page 202), Antony présente la courbe $X_{\max}(E)$ avec les données radio de CODALEMA, à nouveau en très bon accord avec les résultats d'Auger. Antony a eu une très forte implication dans l'expérience EXTASIS, de l'installation jusqu'à la contribution à la rédaction de l'article final (The EXTASIS experiment. *Astropart. Phys.*, 113:6–21, 2019). Il a mis au point une méthode de détection d'un signal transitoire dans du bruit stationnaire (en première approximation), étudié des techniques de sélection des événements radio compatibles avec des gerbes atmosphériques. Il a également travaillé sur la calibration fine des antennes de CODALEMA en étudiant la modulation du bruit de fond radio en fonction de la position du plan galactique sur le ciel, ce qui a permis de valider le modèle d'antenne et donc d'avoir confiance dans la reconstruction du champ électrique à partir des tensions électriques mesurées dans les bras de l'antenne.

Daniel a été recruté sur le contrat EXTASIS avec la région Pays de la Loire. Daniel a commencé par finaliser la calibration en énergie des données du réseau de scintillateurs de CODALEMA. Il restait une quantité conséquente de travail à produire pour arriver à un résultat fiable. Par la suite, Daniel a eu une très importante contribution en ce qui concerne le calcul du champ électrique émis par les gerbes atmosphériques. EXTASIS recherchait le signal de mort subite émis lorsque le front de la gerbe est brusquement arrêté dans le sol. Ce signal a une amplitude maximale à plus basse fréquence (1-10 MHz) que la bande usuelle du champ électrique émis pendant la traversée de l'atmosphère (30-200 MHz). La longueur d'onde typique à 5 MHz est de 60 mètres, ce qui correspond à des distances à l'axe de la gerbe qu'on peut rencontrer avec EXTASIS. L'approximation

de champ lointain n'était donc pas pertinente et il a fallu faire le calcul complet en prenant en compte les effets de champ proche, ce qui a fait l'objet d'une première publication. Puis nous avons étudié l'influence de l'onde de surface qui apparaît lorsqu'une particule chargée traverse une frontière entre deux milieux distincts. Il fallait s'assurer que le signal de mort subite n'était pas annulé par cette onde de surface, ce qui est bien le cas. Ce travail a également été publié.

Nous voyons que les résultats scientifiques ont été nombreux et les objectifs initiaux de CODALEMA ont été dépassés. À l'origine, CODALEMA devait être une expérience de preuve de principe et de mise au point d'antennes de radiodétection de gerbes atmosphériques. Une fois cette étape franchie, nous avons mis au point des stations radio autonomes, qui ne sont pas déclenchées par un réseau de scintillateurs. Puis l'arrivée de notre code SELFAS et de ses multiples améliorations jusqu'à sa version finale déposée auprès de l'APP a permis d'aller beaucoup plus loin : finir les analyses de sciences pour donner $X_{\max}(E)$ avec les données radio.

Les publications complémentaires aux 10 productions précédemment sélectionnées sont listées ci-dessous.

Publications

Articles soumis

- 1- Rachel Gray, Freija Beirnaert, Christos Karathanasis, Benoît Revenu, Cezary Turcki, Anson Chen, Tessa Baker, Sergio Vallejo, Antonio Enea Romano, Tathagata Ghosh, Archisman Ghosh, Konstantin Leyde, Simone Mastrogiovanni, and Surhud More. Joint cosmological and gravitational-wave population inference using dark sirens and galaxy catalogues, 2023.

Articles dans des revues avec comité de lecture

- 1- Christos Karathanasis, Benoît Revenu, Suvodip Mukherjee, and Federico Stachurski. Gwsim: Python package for creating mock gw samples for different astrophysical populations and cosmological models of binary black holes. *Astronomy and Astrophysics*, 2023.
- 2- The LIGO, Virgo and KAGRA Scientific Collaborations. Constraints on the cosmic expansion history from GWTC-3, 2021.
- 3- D. Charrier, R. Dallier, Antony Escudie, D. García-Fernández, A. Lecacheux, L. Martin, and B. Revenu. Radio detection of cosmic rays in [1.7–3.7] MHz: The EXTASIS experiment. *Astropart. Phys.*, 113:6–21, 2019.
- 4- Daniel García-Fernández, Benoît Revenu, Antony Escudie, and Lilian Martin. Influence of a planar boundary on the electric field emitted by a particle shower. *Phys. Rev.*, D99(6):063009, 2019.
- 5- Daniel García-Fernández, Benoît Revenu, Didier Charrier, Richard Dallier, Antony Escudie, and Lilian Martin. Calculations of low-frequency radio emission by cosmic ray-induced particle showers. *Phys. Rev.*, D97(10):103010, 2018.
- 6- F. Gaté, B. Revenu, D. García-Fernández, V. Marin, R. Dallier, A. Escudié, and

- L. Martin. Computing the electric field from extensive air showers using a realistic description of the atmosphere. *Astroparticle Physics*, 98:38 – 51, 2018.
- 7- A. Aab et al. Muon counting using silicon photomultipliers in the AMIGA detector of the Pierre Auger observatory. *JINST*, 12(03):P03002, 2017.
 - 8- Alexander Aab et al. A targeted search for point sources of EeV photons with the Pierre Auger Observatory. *Astrophys. J.*, 837(2):L25, 2017.
 - 9- Alexander Aab et al. Calibration of the logarithmic-periodic dipole antenna (LPDA) radio stations at the Pierre Auger Observatory using an octocopter. *JINST*, 12(10):T10005, 2017.
 - 10- Alexander Aab et al. Combined fit of spectrum and composition data as measured by the Pierre Auger Observatory. *JCAP*, 1704(04):038, 2017. [Erratum: *JCAP*1803,no.03,E02(2018)].
 - 11- Alexander Aab et al. Impact of Atmospheric Effects on the Energy Reconstruction of Air Showers Observed by the Surface Detectors of the Pierre Auger Observatory. *JINST*, 12(02):P02006, 2017.
 - 12- Alexander Aab et al. Multi-resolution anisotropy studies of ultrahigh-energy cosmic rays detected at the Pierre Auger Observatory. *JCAP*, 1706(06):026, 2017.
 - 13- Alexander Aab et al. Observation of a Large-scale Anisotropy in the Arrival Directions of Cosmic Rays above 8×10^{18} eV. *Science*, 357(6537):1266–1270, 2017.
 - 14- Alexander Aab et al. Search for photons with energies above 10^{18} eV using the hybrid detector of the Pierre Auger Observatory. *JCAP*, 1704(04):009, 2017.
 - 15- F. Acero et al. French SKA White Book - The French Community towards the Square Kilometre Array. 2017.
 - 16- Alexander Aab et al. Nanosecond-level time synchronization of autonomous radio detector stations for extensive air showers. *JINST*, 11(P01018), January 2016.
 - 17- Alexander Aab et al. Azimuthal Asymmetry in the Risetime of the Surface Detector Signals of the Pierre Auger Observatory. *Phys. Rev.*, D93(7):072006, 2016.
 - 18- Alexander Aab et al. Energy Estimation of Cosmic Rays with the Engineering Radio Array of the Pierre Auger Observatory. *Phys. Rev.*, D93(12):122005, 2016.
 - 19- Alexander Aab et al. Evidence for a mixed mass composition at the ‘ankle’ in the cosmic-ray spectrum. *Phys. Lett.*, B762:288–295, 2016.
 - 20- Alexander Aab et al. Measurement of the Radiation Energy in the Radio Signal of Extensive Air Showers as a Universal Estimator of Cosmic-Ray Energy. *Phys. Rev. Lett.*, 116(24):241101, 2016.
 - 21- Alexander Aab et al. Prototype muon detectors for the AMIGA component of the Pierre Auger Observatory. *JINST*, 11(02):P02012, 2016.

- 22- Alexander Aab et al. Search for ultrarelativistic magnetic monopoles with the Pierre Auger Observatory. *Phys. Rev.*, D94(8):082002, 2016.
- 23- Alexander Aab et al. Testing Hadronic Interactions at Ultrahigh Energies with Air Showers Measured by the Pierre Auger Observatory. *Phys. Rev. Lett.*, 117(19):192001, 2016.
- 24- Alexander Aab et al. Ultrahigh-energy neutrino follow-up of gravitational wave events GW150914 and GW151226 with the Pierre Auger Observatory. *Phys. Rev.*, D94(12):122007, 2016.
- 25- M. G. Aartsen et al. Search for correlations between the arrival directions of IceCube neutrino events and ultrahigh-energy cosmic rays detected by the Pierre Auger Observatory and the Telescope Array. *JCAP*, 1601(01):037, 2016.
- 26- A. Belletoile, R. Dallier, A. Lecacheux, V. Marin, L. Martin, B. Revenu, and D. Torres Machado. Evidence for the charge-excess contribution in air shower radio emission observed by the CODALEMA experiment. *Astroparticle Physics*, 69:50–60, April 2015.
- 27- Alexander Aab et al. Improved limit to the diffuse flux of ultrahigh energy neutrinos from the Pierre Auger Observatory. *Phys. Rev.*, D91(9):092008, 2015.
- 28- Alexander Aab et al. Large Scale Distribution of Ultra High Energy Cosmic Rays Detected at the Pierre Auger Observatory With Zenith Angles up to 80°. *Astrophys. J.*, 802(2):111, 2015.
- 29- Alexander Aab et al. Measurement of the cosmic ray spectrum above 4×10^{18} eV using inclined events detected with the Pierre Auger Observatory. *JCAP*, 1508:049, 2015.
- 30- Alexander Aab et al. Search for patterns by combining cosmic-ray energy and arrival directions at the Pierre Auger Observatory. *Eur. Phys. J.*, C75(6):269, 2015.
- 31- Alexander Aab et al. Searches for Anisotropies in the Arrival Directions of the Highest Energy Cosmic Rays Detected by the Pierre Auger Observatory. *Astrophys. J.*, 804(1):15, 2015.
- 32- Alexander Aab et al. The Pierre Auger Cosmic Ray Observatory. *Nucl. Instrum. Meth.*, A798:172–213, 2015.

Comptes rendus de conférences (présentation orale ou poster uniquement)

- 1- Benoit Revenu. Computation of the electric field from air showers with SELFAS3. *PoS, ICRC2019*:403, 2020.
- 2- Benoît Revenu, Didier Charrier, Richard Dallier, Antony Escudie, Daniel García-Fernández, Alain Lecacheux, and Lilian Martin. CODALEMA/EXTASIS status report. *ECRS 2018 conference, Barnaoul, Russia*, 2018.

- 3- Benoît Revenu, Didier Charrier, Richard Dallier, Antony Escudie, Daniel García-Fernández, Alain Lecacheux, and Lilian Martin. Measuring the air shower X_{\max} from radio measurements. *ECRS 2018 conference, Barnaoul, Russia*, 2018.
- 4- Benoît Revenu, Didier Charrier, Richard Dallier, Antony Escudie, Daniel García-Fernández, Alain Lecacheux, and Lilian Martin. The CODALEMA/EXTASIS experiment: a multi-scale and multi-wavelength instrument for radio-detection of extensive air-showers. *PoS, ICRC2017:416*, 2018.
- 5- Benoît Revenu, Florian Gaté, Vincent Marin, Richard Dallier, Antony Escudie, Daniel García-Fernández, and Lilian Martin. Computing the electric field from Extensive Air Showers using a realistic description of the atmosphere. *PoS, ICRC2017:573*, 2017.
- 6- B. Revenu. Exploiting the radio signal from air showers: the AERA progress. RICAP, EDP Sciences, June 2016.

Comptes rendus de conférences

- 1- R. Dallier et al. Exploration of the Potential of the Radio-Detection Technique for the Detection of High-Energy Gamma Rays. *PoS, ICRC2019:655*, 2020.
- 2- Antony Escudie, D. Charrier, R. Dallier, D. García-Fernández, A. Lecacheux, L. Martin, and B. Revenu. From the Observation of UHECR Radio Signal in [1-200] MHz to the Composition: CODALEMA and EXTASIS Status Report. *PoS, ICRC2019:246*, 2020.
- 3- Daniel García-Fernández, Richard Dallier, Antony Escudie, Lilian Martin, and Benoît Revenu. Electric field emitted by a particle track in two semi-infinite media. *PoS, ICRC2019:268*, 2020.
- 4- A. Escudie, D. Charrier, R. Dallier, D. García-Fernández, A. Lecacheux, L. Martin, and B. Revenu. Radio detection of atmospheric air showers of particles. 3 2019.
- 5- Antony Escudie, Didier Charrier, Richard Dallier, Daniel García-Fernández, Alain Lecacheux, Lilian Martin, and Benoît Revenu. Multi-wavelength observation of cosmic-ray air-showers with CODALEMA/EXTASIS. *EPJ Web Conf.*, 210:05003, 2019.
- 6- Daniel García-Fernández, Didier Charrier, Richard Dallier, Antony Escudie, Alain Lecacheux, Lilian Martin, and Benoît Revenu. EXTASIS: Radio detection of cosmic rays at low frequencies. *EPJ Web Conf.*, 208:15002, 2019.
- 7- Richard Dallier, Hervé Carduner, Didier Charrier, Laurent Denis, Antony Escudie, Daniel García-Fernández, Alain Lecacheux, Lilian Martin, and Benoît Revenu. Direct measurement of the vertical component of the electric field from EAS. *PoS, ICRC2017:417*, 2018.
- 8- Antony Escudie, Didier Charrier, Richard Dallier, Daniel García-Fernández, Alain Lecacheux, Lilian Martin, and Benoît Revenu. Low frequency observations of cosmic ray air shower radio emission by CODALEMA/EXTASIS. *PoS, ICRC2017:419*, 2018.

- 9- Daniel García-Fernández, Didier Charrier, Richard Dallier, Antony Escudie, Alain Lecacheux, Lilian Martin, Benoît Revenu, and Matias Tueros. Near-field radio emission induced by extensive air showers. *PoS, ICRC2017:572*, 2018.
- 10- Alain Lecacheux, Didier Charrier, Richard Dallier, Antony Escudie, Daniel García-Fernández, Lilian Martin, and Benoît Revenu. On timing accuracy in observing radio impulses associated with Extensive Air Showers. *PoS, ICRC2017:418*, 2018.
- 11- Lilian Martin, Richard Dallier, Antony Escudie, Daniel García-Fernández, Florian Gaté, Alain Lecacheux, and Benoît Revenu. Main features of cosmic ray induced air showers measured by the CODALEMA experiment. *PoS, ICRC2017:414*, 2018.
- 12- Tim Huege et al. Ultimate precision in cosmic-ray radio detection — the SKA. *EPJ Web Conf.*, 135:02003, 2017.
- 13- F. Gaté and The Pierre Auger Collaboration. X_{max} reconstruction from amplitude information with AERA. In *Proceedings of the ARENA 2016 workshop (Groningen, The Netherlands)*. ARENA, 2016.
- 14- Florian Gate, Richard Dallier, Lilian Martin, and Benoit Revenu. Reconstruction of the parameters of cosmic ray induced extensive air showers using radio detection and simulation. *PoS, ICRC2015:397*, 2016.
- 15- Piera Luisa Ghia. Highlights from the Pierre Auger Observatory. *PoS, ICRC2015:034*, 2016.
- 16- C. Glaser and The Pierre Auger Collaboration. Results and perspectives of the auger engineering radio array. In *Proceedings of the ARENA 2016 workshop (Groningen, The Netherlands)*. ARENA, 2016.
- 17- *The Pierre Auger Observatory: Contributions to the 34th International Cosmic Ray Conference (ICRC 2015)*, 2015.
- 18- M. G. Aartsen et al. The IceCube Neutrino Observatory, the Pierre Auger Observatory and the Telescope Array: Joint Contribution to the 34th International Cosmic Ray Conference (ICRC 2015). 2015.
- 19- R. U. Abbasi et al. Pierre Auger Observatory and Telescope Array: Joint Contributions to the 34th International Cosmic Ray Conference (ICRC 2015). 2015.

Thèse et Habilitation à diriger des recherches

- 1- Benoît Revenu. *Rayons cosmiques d'ultra-haute énergie : analyse des gerbes atmosphériques et de leur signal radio dans le domaine du MHz*. oai:tel.archives-ouvertes.fr:tel-00814988, October 2012.
- 2- Benoît Revenu. *Anisotropies et polarisation du rayonnement fossile : méthodes de détection et traitement de données*. PhD thesis, Université Paris VII, PCC Collège de France, oai:tel.archives-ouvertes.fr:tel-00001686, oai:cds.cern.ch:466513, mai 2000. Presented 15 May 2000.