

Nelson Lloyd Christensen
Directeur du laboratoire ARTEMIS, UMR 7250, Observatoire de la Côte d'Azur, Nice

Né le 4 avril 1963 à Coronado, Californie, USA

Education

- **1990** Ph.D. Massachusetts Institute of Technology, Physics, *On Measuring the Stochastic Gravitational Radiation Background with Laser Interferometric Antennas*. (Prof. Rainer Weiss)
- **1985** Bachelor of Science, Physics, Stanford University.

Positions académiques

- **2017-** DR1 CNRS, ARTEMIS UMR 7250, Observatoire de la Côte d'Azur, Nice, France
- **2016-2017** Astronome visiteur, Observatoire de la Côte d'Azur, Nice, France
- **2007-2018** Professor of Physics, Physics & Astronomy Department, Carleton College, USA
- **1999-2007** Associate professor of Physics, Physics & Astronomy Department, Carleton College, USA
- **1994-1999** Lecturer/Senior Lecturer (avec tenure) & directeur du Atom Trapping and Cooling Laboratory, Dept. of Physics, University of Auckland, New Zealand.
- **1992-1994** Research Associate, School of Physics & Astronomy, University of Minnesota, USA
- **1991-1992** Research Fellow, Dept. of Physics, University of Auckland, New Zealand

Séjours à l'étranger

- **2012-2013** Visiting Scientist, Laboratoire de l'Accélérateur Linéaire, Orsay, France.
- **2005-2006** Visiting Scientist & Fulbright Scholar, EGO, Pisa, Italy.

Prix

- **2017, 2018 & 2019** Outstanding Reviewer for Classical & Quantum Gravity
- **2016** Special Breakthrough Prize In Fundamental Physics (partagé avec mes collègues de LIGO et Virgo)
- **2016** Gruber Cosmology Prize (partagé avec mes collègues de LIGO et Virgo)
- **2016** Top 10 Academic Hallmarks for Carleton College
- **2016** Outstanding Referee of the American Physical Society

Responsabilités académiques

- **2021-** Membre du conseil scientifique du CPPM
- **2019-** Membre du conseil d'administration, division de physique gravitationnelle, Société Européenne de Physique
- **2018-** Membre du Einstein Telescope Steering Committee
- **2018-** Chair, LISA Consortium Publication and Presentation Committee
- **2016-** Directeur de l'UMR 7250 ARTEMIS
- **2016-** Membre du comité de direction de l'Observatoire de la Côte d'Azur
- **2016-** Membre du conseil scientifique de l'Observatoire de la Côte d'Azur
- **2016-** Responsable scientifique du groupe LISA à ARTEMIS
- **2016-2019** Responsable du groupe Virgo à ARTEMIS (membre du Virgo Steering Committee)
- **2014-2018** Détenteur de la chaire « George H. and Marjorie F. Dixon Chair in Physics », Carleton College, Northfield, Minnesota, USA
- **2007-2012** Chair du comité « LIGO Academic Advisory Comitee »
- **2008-2012** Responsable de l'organisation du travail à distance dans LIGO
- **2006-2009** Chair, Physics & Astronomy Department, Carleton College, USA
- **2004-2005** Directeur des études en charge du « Curriculum », Carleton College, USA
- **1999-2015** Responsable de la radioprotection, Carleton College, USA
- **1999-2011** « Engineering councillor », Carleton College, USA

Responsabilités scientifiques récentes :

- **2022** Co-organisateur European Physical Society Conference on Gravitation, Nice
- **2020** Responsable de l'équipe en charge du papier LIGO-Virgo de découverte de GW190521

- **2019** Responsable de l'équipe en charge du papier LIGO-Virgo « data analysis guide »
- **2018** Co-organisateur de l'école de physique des Houches « Gravitational waves »
- **2017-** Chair du GBM/Swift/LIGO-Virgo working group
- **2012-2017** Co-chair du groupe « stochastic background » dans LIGO-Virgo

Expertises scientifiques :

J'ai servi de nombreuses fois dans le comité d'examen de demande de bourses NSF et de propositions soumises à la NSF et la NASA et celles d'agences gouvernementales d'Australie, de Nouvelle-Zélande, des Pays-Bas, du Canada, d'Afrique du Sud, de France (ANR et de nombreuses régions), de Suisse, de Croatie et du Royaume-Uni. J'ai été examinateur externe du département de physique de l'Université Saint-Joseph et de l'Université Loyola à Chicago, et j'ai siégé dans de nombreux jurys pour l'obtention de la tenure. Je suis « relecteur » régulier pour Physical Review, Classical and Quantum Gravity, Europhysics Letters, European Physics Journal D, Review of Modern Physics, Journal of Optics, MNRAS, NIM-A, Optics Letters, Journal of the Optical Society of America B, Complex Systems, Review of Scientific Instruments, Physics Letters A, Journal of General Relativity and Gravitation, Progress in Particle and Nuclear Physics, et American Journal of Physics. J'ai passé en revue de nombreux manuels de physique. J'ai été examinateur externe pour sept thèses de master (Auckland) et trois doctorats (Université du Queensland, Australie, Université de Nice Sophia Antipolis et Université de Pise). J'ai été le rapporteur pour d'une thèse de doctorat (Université Paris-Sud). J'ai été membre du jury d'une HDR (Université Aix-Marseille).

Encadrement :

J'encadre/j'ai encadré 5 thèses de doctorat :

- Cosmin Stachie (100 % UCA, 2021)
- Guillaume Boilleau (100 % UCA, 2021)
- Mourad Merzougui (100 % UCA, 2023)
- Kamiel Janssens (50 % Anvers, 2023)
- Weizmann Kiendrebeogo (50 % Ouagadougou + UCA, 2024)

J'ai été le co-directeur de 5 thèses de doctorat (50%) entre 2005 et 2017. J'ai dirigé une dizaine de thèses de master de l'Université d'Auckland.

1. Points forts de mon activité de recherche entre 2017 et 2022

Depuis ma thèse effectuée sous la direction du prof. Rainer Weiss au MIT, j'ai développé plusieurs expertises toutes en lien avec les ondes gravitationnelles qui vont de la R&D de nouveaux détecteurs/projets, à l'exploitation scientifique des données de LIGO-Virgo-KAGRA en incluant le suivi électromagnétique des sources astrophysiques et le développements de nouvelles techniques d'analyse. J'effectue ces recherches avec mes doctorants et des collègues de mon laboratoire, mais aussi des scientifiques d'autres domaines (statisticiens, astronomes, ...) dans le monde avec qui j'ai établi des collaborations depuis de nombreuses années. Dans la suite, je ne peux pas rentrer dans les détails de toutes mes activités scientifiques, mais j'essaie de montrer à travers ma production scientifique l'étendue de mes activités les plus récentes, effectuées tout en assurant les fonctions de directeur d'une UMR de 44 personnes.

1.1 Découverte de sources astrophysiques d'ondes gravitationnelles dans les données LIGO-Virgo et Fermi GBM et suivi des alertes d'ondes gravitationnelles

Depuis la découverte de la première fusion de trous noirs de masse stellaires par les collaborations LSC et Virgo, les découvertes de nouvelles sources d'ondes gravitationnelles (OGs) s'enchaînent. En 2019, nous avons observé la fusion de deux trous noirs très massifs dont la plus grande des masses est située dans un régime qu'on croyait interdit par des phénomènes d'instabilités prévus par les modèles d'évolution stellaire. J'ai été nommé responsable de l'équipe en charge du papier LIGO-Virgo de découverte de GW190521 qui a fait la une des journaux à la rentrée 2020. Je suis l'un des chefs de file de LIGO-Virgo pour la recherche d'un fond stochastique d'OGs et dans ce cadre je m'intéresse aussi à la recherche des signaux d'OG émis par des cordes cosmiques. J'ai été membre de l'équipe de rédaction du papier LIGO-Virgo sur cette recherche dans les données de O1 et O3. Je coordonne depuis de nombreuses années les analyses jointes ondes gravitationnelles/sursauts gamma avec LIGO-Virgo et Fermi-GBM/Swift. Ci-dessous figurent les publications auxquelles j'ai apporté une contribution majeure dans la période 2017-2022 :

["-GW170817: Observation of Gravitational Waves from a Binary Neutron Star Inspiral", B.P. Abbott et al. \(LIGO](#)

Scientific Collaboration and Virgo Collaboration), Physical Review Letters, Vol. 119, p. 161101 (2017).

- "An Ordinary Short Gamma-Ray Burst with Extraordinary Implications: Fermi-GBM Detection of GRB 170817A", A. Goldstein et al., The Astrophysical Journal Letters, Vol. 848, p. L14 (2017).
- "A Fermi Gamma-Ray Burst Monitor Search for Electromagnetic Signals Coincident with Gravitational-wave Candidates in Advanced LIGO's First Observing Run", (Fermi-GBM, LIGO-Virgo), Astrophys. J. **871**, 90 (2019).
- "Search for advanced LIGO single interferometer compact binary coalescence signals in coincidence with Gamma-ray events in Fermi-GBM", C. Stachie et al., Class. Quant. Grav. **37**, 175001 (2020).
- "A Joint Fermi-GBM and LIGO/Virgo Analysis of Compact Binary Mergers from the First and Second Gravitational-wave Observing Runs", (Fermi-GBM, LIGO-Virgo), Astrophys. J. **893**, 100 (2020).
- "Searches for Modulated γ -Ray Precursors to Compact Binary Mergers in Fermi-GBM Data", C. Stachie et al., Astrophys. J. **930**, 45 (2022).
- "GW190521: A Binary Black Hole Merger with a Total Mass of 150 Msun", (LIGO-Virgo), Phys. Rev. Lett., **125**, 101102 (2020).
- "Upper limits on the isotropic gravitational-wave background from Advanced LIGO and Advanced Virgo's third observing run", (LIGO-Virgo), Phys. Rev. D **104**, 022004 (2021).
- "Search for anisotropic gravitational-wave backgrounds using data from Advanced LIGO and Advanced Virgo's first three observing runs", (LIGO-Virgo), Phys. Rev. D **104**, 022005 (2021).
- "Polarization-Based Tests of Gravity with the Stochastic Gravitational-Wave Background", Thomas Callister et al., Physical Review X, Vol. 7, p. 041058 (2017).
- "Search for the isotropic stochastic background using data from Advanced LIGO's second observing run", (LIGO-Virgo), Phys. Rev. D **100**, 061101(R) (2019).
- "Directional limits on persistent gravitational waves using data from Advanced LIGO's first two observing runs", (LIGO-Virgo), Phys. Rev. D **100**, 062001 (2019).
- "Constraints on cosmic strings using data from the first Advanced LIGO observing run", (LIGO-Virgo), Phys. Rev. D **97**, 102002 (2018).
- "Constraints on cosmic strings using data from the third Advanced LIGO-Virgo observing run", (LIGO-Virgo), Phys. Rev. Lett. **126**, 241102 (2021).

J'ai aussi été le responsable de l'équipe en charge du papier LIGO-Virgo « data analysis guide ». Ce papier explique les méthodes d'analyse et répond aux controverses soulevées par la découverte de GW150914.

- "A guide to LIGO-Virgo detector noise and extraction of transient gravitational-wave signals", (LIGO-Virgo), Class. Quant. Grav. **37**, 055002 (2020).

Avec mon doctorant Cosmin Stachie nous participons au suivi des sources d'OGs dans le cadre de la collaboration GRANDMA. Le réseau de télescopes TAROT, hébergé à ARTEMIS, apporte une contribution importante à cet effort.

- "GRANDMA observations of advanced LIGO's and advanced Virgo's third observational campaign", S. Antier et al., MNRAS **497**, 5518 (2020).
- "The first six months of the Advanced LIGO's and Advanced Virgo's third observing run with GRANDMA", S. Antier et al., MNRAS **492**, 3904 (2020).
- "GRANDMA observations of ZTF/Fink transients during summer 2021", V. Aivazyan et al., MNRAS **515**, 6007 (2022).

Je fais partie d'une équipe de recherche (Univ. Minnesota, Univ. Postdam) qui étudie les méthodes d'identification des kilonovas et la façon d'obtenir des résultats de physique fondamentale à partir de ces observations.

- "Comparing inclination-dependent analyses of kilonova transients", J. Heinzel et al., MNRAS **502**, 3057 (2021).
- "Predicting electromagnetic counterparts using low-latency gravitational-wave data products", C. Stachie et al., MNRAS **505**, 4235 (2021).
- "Measuring the Hubble constant with a sample of kilonovae", M. Coughlin et al., Nature Communications **11**, 4129 (2020).
- "Using machine learning for transient classification in searches for gravitational-wave counterparts", C. Stachie et al., MNRAS **497**, 1320 (2020).
- "Standardizing kilonovae and their use as standard candles to measure the Hubble constant", M. Coughlin et al., Phys.

Rev. Research 2, 022006(R) (2020).

Je contribue aux études sur les observations des magnétars avec les OGs et les sursauts gamma (Louisiana State, NASA)

- "Identification of a Local Sample of Gamma-Ray Bursts Consistent with a Magnetar Giant Flare Origin", E. Burns et al., *Astrophys. J. Lett.* **907**, L28 (2021).
- "Search for Long-duration Gravitational-wave Signals Associated with Magnetar Giant Flares", A. Macquet et al., *Astrophys. J.* **918**, 80 (2021).
- "Long-duration transient gravitational-wave search pipeline", A. Macquet et al., *Phys. Rev. D* **104**, 102005 (2021).

En 2019, j'ai écrit un article de revue très cité sur le fond stochastique des ondes gravitationnelles.

- "Stochastic gravitational wave backgrounds", N. Christensen, *Reports on Progress in Physics* **82**, 016903 (2019).

1.2 Développements statistiques pour l'estimation des paramètres des sources d'ondes gravitationnelles

Une de mes contributions majeures à la physique des OGs a été d'introduire en 1998 les méthodes Bayésiennes d'estimation des paramètres des sources binaires d'OGs. Je continue de participer au développement de nouvelles méthodes pour l'analyse statistique des données de LIGO-Virgo en collaboration avec des statisticiens de l'Univ. Auckland.

- "Parameter estimation with gravitational waves", N. Christensen and R. Meyer, *Rev. Mod. Phys.*, **94**, 025001 (2022).
- "Computational techniques for parameter estimation of gravitational wave signals", R. Meyer et al., *WIREs Comput. Stat.* **14**, e1532 (2022).
- "Stepping-stone sampling algorithm for calculating the evidence of gravitational wave models", P. Maturana-Russel et al., *Phys. Rev. D* **99**, 084006 (2019).
- "Bayesian nonparametric spectral density estimation using B-spline priors", M. Edwards et al., *Statistics and Computing* **29**, 67 (2019).

1.3 Points forts de mes travaux pour LISA (2017-2022)

Je suis le chef du groupe scientifique LISA à ARTEMIS. Je coordonne nos travaux avec le CNES dans le cadre des efforts Français pour la mission LISA. Cela inclut des études sur la lumière diffusée, la vérification interférométrique du système optique LISA et le test des photodiodes. Ce travail implique une grande interaction avec Thales et l'ONERA. Nous contribuons aussi à l'analyse de données, notamment avec mon doctorant Guillaume Boileau. En 2019-2020, j'ai supervisé les activités de Dr. Natalia Korsakova, postdoc CNES, sur des applications de « Machine Learning » pour LISA.

- "Spectral separation of the stochastic gravitational-wave background for LISA: Observing both cosmological and astrophysical backgrounds", G. Boileau et al., *Phys. Rev. D*, **103**, 103529 (2021).
- "Spectral separation of the stochastic gravitational-wave background for LISA in the context of a modulated Galactic foreground", G. Boileau et al., *MNRAS* **508**, 803 (2021).
- "Ability of LISA to detect a gravitational-wave background of cosmological origin: The cosmic string case", G. Boileau et al., *Phys. Rev. D* **105**, 023510 (2022).
- "Figures of merit for a stochastic gravitational-wave background measurement by LISA: implications of LISA Pathfinder noise correlations", G. Boileau et al., arXiv:2204.03867, accepted *Phys. Rev. D* (2022).
- "Identifying and addressing nonstationary LISA noise", M. Edwards et al., *Phys. Rev. D* **102**, 084062 (2020).
- "Stray light estimates due to micrometeoroid damage in space optics, application to the LISA telescope", V. Khodnevych, M. Lintz, N. Dinu-Jaeger, N. Christensen, *Journal of Astron. Telescopes, Instruments, & Systems* **6** N. 4, 048005 (2020).
- "Numerical solutions for phase noise due to pointing jitter with the LISA telescope", J.-Y. Vinet et al, *Journal of Physics Communications* **4**, 045005 (2020).
- "LISA telescope: phase noise due to pointing jitter", J.-Y. Vinet et al., *Class. Quant. Grav.* **36**, 205003 (2019).

1.4 Direction du groupe Virgo (2016-2019)

En tant que responsable du groupe Virgo d'ARTEMIS, j'ai supervisé les projets liés au laser et au système optique de advanced Virgo+, à l'analyse des données et à la production de résultats scientifiques en vue de leur publication. Le développement d'une nouvelle technologie laser, un laser à fibre stabilisée de haute puissance (130 W), qui a été installé pour Advanced Virgo+ en 2020, est une étape importante pour Virgo mais aussi pour les détecteurs du futur.

1.5 Direction du laboratoire ARTEMIS

ARTEMIS est un des trois laboratoires de l'Observatoire de la Côte d'Azur, qui a été créé en 1999 par Alain Brillet, père fondateur de Virgo. Alors que j'étais professeur à Carleton College, USA, j'ai été contacté pour prendre la direction de l'UMR en 2016. Le thème scientifique principal d'ARTEMIS est l'observation des OGs, des développements expérimentaux des détecteurs jusqu'à l'interprétation astrophysique des sources, en passant par la recherche de signaux dans les données et le suivi électromagnétique des sources transitoires des OGs. De fait, ARTEMIS est membre des collaborations Virgo et LISA. Pour LISA, je supervise la forte implication d'ARTEMIS vers la responsabilité de la France pour l'assemblage, l'intégration, la vérification et les tests. Depuis 2014 ARTEMIS est impliqué dans le projet MIGA (The matter-wave laser interferometer gravitation antenna). En 2019, j'ai fait rentrer ARTEMIS dans le projet Einstein Telescope. Plus généralement, j'assure l'implication continue d'ARTEMIS pour les futurs détecteurs d'OGs. ARTEMIS a développé un système d'isolation sismique pour MIGA, et nous avons la responsabilité du système optique. ARTEMIS propose sa nouvelle technologie laser à fibre pour Einstein Telescope, développe des méthodes optiques pour réduire les effets du bruit thermique sur les miroirs, et poursuit l'analyse des données et les stratégies scientifiques. ARTEMIS est l'hôte du réseau de télescopes TAROT, et gère ses contrats avec le CNES pour le suivi des satellites et la mesure des débris dans l'espace. Nous utilisons également TAROT pour suivre les événements liés aux OGs et tenter d'en identifier la source. En tant que directeur du laboratoire, je surveille tous ces projets et j'essaie de faire en sorte que la production scientifique d'ARTEMIS continue d'être fructueuse pour les années à venir et d'attirer de nouveaux chercheurs.

ARTEMIS (UMR 7250) : 44 personnes, dont 12 chercheurs/enseignant-chercheurs, 12 ITA, 7 doctorants, 2 postdocs, 2 IR CDD, 4 chercheurs émérites, 2 chercheurs bénévoles, et de nombreux stagiaires.

2. Projets en cours

En plus des recherches existantes à ARTEMIS, nous développons de nouveaux projets de recherche pour les différents projets de détecteurs d'ondes gravitationnelles.

2.1 Einstein Telescope

Nous menons des simulations et des études expérimentales pour appliquer des modes optiques d'ordre supérieur afin de réduire les effets du bruit thermique sur les miroirs. Nous étudions également les problèmes de bruit.

- "[Digging Deeper: Observing Primordial Gravitational Waves below the Binary-Black-Hole-Produced Stochastic Background](#)", T. Regimbau et al., *Physical Review Letters*, Vol. 118, p. 151105 (2017).

- "[Higher-order Hermite-Gauss modes for gravitational waves detection](#)", S. Ast, S. Di Pace, J. Millo, M. Pichot, M. Turconi, N. Christensen, W. Chaibi, *Phys. Rev. D* **103**, 042008 (2021).

- "[Impact of correlated seismic and correlated Newtonian noise on the Einstein Telescope](#)", Kamiel Janssens et al., *Phys. Rev. D* **106**, 042008 (2022).

- "[Impact of Schumann resonances on the Einstein Telescope and projections for the magnetic coupling function](#)", Kamiel Janssens et al., *Phys. Rev. D* **104**, 122006 (2021).

2.2 MIGA

ARTEMIS participe à l'effort de construction d'un centre Européen pour la détection des OGs avec des interféromètres atomiques.

- "[ELGAR – a European Laboratory for Gravitation and Atom-interferometric Research](#)", B. Canuel et al., *Class. Quant. Grav.* **37**, 225017 (2020).

2.3 Virgo :

Nous avons des propositions pour améliorer la réponse rapide aux événements liés aux OGs. Cela comprend également la mise à niveau du réseau de télescopes TAROT. Nous développons de nouveaux moyens pour estimer les paramètres liés aux effondrements de cœur de supernova. Les recherches se poursuivent sur les méthodes permettant d'améliorer la recherche d'un fond stochastique des OGs.

- "[Inference of protoneutron star properties from gravitational-wave data in core-collapse supernovae](#)", M.-A. Bizouard et al., *Phys. Rev. D*, (2021).

- "[Gravitational-wave geodesy: Defining false alarm probabilities with respect to correlated noise](#)", K. Janssens et al., *Phys. Rev. D* **105**, 082001 (2022).

- "[Correlated 1–1000 Hz magnetic field fluctuations from lightning over Earth-scale distances and their impact on gravitational wave searches](#)", Kamiel Janssens et al., *Phys. Rev. D* **107**, 022004 (2023).

- "[Simultaneous estimation of astrophysical and cosmological stochastic gravitational-wave backgrounds with terrestrial](#)

detectors", K. Martinovic et al., Phys. Rev. D 103, 043023 (2021).

- "Detecting a stochastic gravitational-wave background in the presence of correlated magnetic noise", P.M. Meyers et al., Phys. Rev. D 102, S102005 (2020).

2.4 LISA

ARTEMIS développe un nouveau programme de recherche pour tester les photodiodes LISA en les exposant à un faisceau de protons à haute énergie afin de simuler les effets du rayonnement dans l'espace. Cette étude est réalisée en collaboration avec le centre de proton-thérapie du CHU de Nice et l'ONERA.

3. Publications

Dans la période 2017-2022 j'ai 157 publications. J'ai signé tous les papiers de la collaboration LIGO-Virgo (100), et j'ai été un des auteurs de 11 de ces articles. J'ai été l'un des auteurs de plusieurs articles à liste réduite d'auteurs: 5 articles sur la physique des OGs pour LIGO-Virgo, 8 pour LISA, 4 pour Einstein Telescope et 1 pour MIGA. 10 articles sur l'étude des sursauts gamma, 4 articles de traitement statistique des données de détecteurs d'OGs, 8 articles sur les stratégies pour observer les kilonovas et obtenir des résultats de physique, et 8 articles sur le bruit affectant les détecteurs d'OGs.

<https://scholar.google.com/citations?user=LJvLH3UAAAAJ&hl=fr&oi=ao> , h-Index 128.

Refereed Journal Publications

<https://people.carleton.edu/~nchrste/nlcpubs.htm>

Conference Publications, Technical Reports and Other Publications

<https://people.carleton.edu/~nchrste/nlcpubs2.htm>