

**Master thesis and internship[BR]- Master's thesis : EINSTEIN Telescope:
Multi-disciplinary optimization of the overall architecture[BR]- Integration internship**

Auteur : Lanis, Louison

Promoteur(s) : Jacques, Lionel; Collette, Christophe

Faculté : Faculté des Sciences appliquées

Diplôme : Master en ingénieur civil en aérospatiale, à finalité spécialisée en "aerospace engineering"

Année académique : 2024-2025

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/23326>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.

EINSTEIN Telescope: Multi-disciplinary optimization of the overall architecture

Louison Lanis

Supervisor - L. Jacques

Co-supervisor - C. Collette

Master of Science in Aerospace Engineering - University of Liège

Academic year 2024-2025

Abstract

This thesis investigates the feasibility of using a fully radiative cryostat to cool a suspended mirror to cryogenic temperatures, as required by the Einstein Telescope Low Frequency (ET-LF) gravitational wave detector. The study is based on the E-TEST prototype developed at the Centre Spatial de Liège (CSL).

The first part of the work analyzes the current E-TEST cryostat to assess its performance and identify its limitations. This includes a vibrational study of a single cryostat fin and a thermal analysis using a simplified lumped-parameter model. The vibrational analysis showed that the first natural frequencies of the fins exceed 10 Hz, avoiding resonance with typical environmental disturbances. The validated thermal model confirmed that the mirror can be cooled to 22 K in less than three weeks.

Based on these results, several improvements were suggested. Low-complexity modifications included resizing the top baffle tubes and applying emissive paint to increase the emissivity of the interior surfaces. An alternative assembly process was also introduced to avoid the temporary disassembly of the inverted pendulum structure.

On the high-complexity side, the radiative heat exchanger (RHX) was completely redesigned to improve space efficiency and assembly. A circular RHX with vertical rectangular fins arranged circumferentially was found to be the most promising. Alternative fin geometries were also explored, showing that black-painted honeycomb fins could potentially reduce the mirror temperature to 20.4 K.

These concepts were then scaled to ET-LF constraints. RHX designs were adapted accordingly, with shorter fins in front of optical apertures and longer ones elsewhere to balance radiative area and clearance around the payload for maintenance access. A final thermal analysis confirmed that the suggested RHX configuration can achieve the target mirror temperature of 20 K.

This thesis demonstrates the feasibility of a fully radiative cryostat for the Einstein Telescope and lays the groundwork for future studies in vibration modeling, thermal noise, and mechanical design optimization.