

Master's thesis and Internship : Framework for Evaluating the Design Requirements of ATEX-Certified Psychrometric Chambers

Auteur : Van de Velde, Olivier

Promoteur(s) : Lemort, Vincent; Gendebien, Samuel

Faculté : Faculté des Sciences appliquées

Diplôme : Master : ingénieur civil en génie de l'énergie à finalité spécialisée en Energy Conversion

Année académique : 2025-2026

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/26144>

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.

Master's Thesis Summary

Title:	Framework for Evaluating the Design Requirements of ATEX-Certified Psychrometric Chambers
Last Name:	Van de Velde
First Name:	Olivier
Section:	Master of Science in Energy Engineering (Energy conversion)
Academic Year:	2025 – 2026
Supervisor:	Mr. Samuel Gendebien, Mr. Vincent Lemort

Driven by increasingly stringent environmental and safety regulations, as well as emerging restrictions on per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS), the HVAC/R industry is rapidly transitioning toward natural refrigerants like highly flammable propane (*R290*). The use of such fluids in HVAC/R applications requires special testing facilities to safely evaluate their thermal performance.

This thesis addresses these risks by implementing a zone-avoidance engineering strategy. By combining safety ventilation that ensures sufficient dilution, with automated fail-safe shutdown sequences, potential refrigerant leaks are properly managed. This guarantees both personnel and installation safety. This approach enables the establishment of a *Zone of Negligible Extent* (Zone 2 NE), thereby eliminating the need for explosion-proof instrumentation within the experimental volume.

To operationalize this framework, a comprehensive engineering design tool was developed as a Python-based Streamlit web application. The application integrates a three-tier computational engine comprising a transient 1D thermal RC network wall model for multi-layer heat transfer, a dynamic energy balance module to evaluate real-time HVAC thermal load compensation, and a tree-based decision solver to map EN 378 compliance pathways and compute mandatory volumetric safety ventilation flow rates.

Finally, a techno-economic analysis was performed on a baseline twin-chamber configuration (32.19 m³ individual volume, 30 kW dynamic thermal load compensation). A budget offer from Aralab indicates a capital investment of € 600,000 without accounting for installation costs, whereas a bottom-up cost estimation for a self-assembled alternative ranges from € 58,587 and € 100,453. While the in-house solution offers significant cost savings, it shifts a substantial engineering workload, safety validation and full legal liability onto the university.