

Offre de thèse de doctorat

Titre de la thèse :

Sélection multi-critères et caractérisation de matériaux à changement de phase imprégnant des structures modulaires pour le stockage d'énergie thermique.

Contexte et enjeux :

Le stockage d'énergie thermique a un rôle majeur à jouer pour la valorisation de la chaleur fatale industrielle et le stockage indirect de l'électricité générée par des sources d'énergies renouvelables intermittentes. Les performances d'un système de stockage d'énergie thermique dépendent de plusieurs facteurs. Le matériau utilisé et son intégration dans le stock sont des éléments essentiels. Les matériaux à changement de phase (MCP), capables d'emmagasiner ou de restituer de grandes quantités d'énergie grâce à leur chaleur latente, sont des candidats prometteurs pour intégrer des modules compacts de stockage. Cependant, le choix du MCP approprié n'est pas toujours évident car il dépend d'un ensemble de critères thermiques, mécaniques, économiques et environnementaux, ainsi que de son intégration dans des matrices poreuses (métaux, composites, structures à haute conductivité, etc.).

Cette thèse s'inscrit dans le cadre du projet ACCELERE 3-D dont l'objectif est de développer des accumulateurs de chaleur modulaires innovants à partir de céramiques recyclées mises en forme par impression 3D de type Binder Jetting et de MCP. Ce projet collaboratif impliquant plusieurs partenaires académiques et industriels, vise à améliorer les performances et la durabilité des modules thermiques utilisant ces PCM imprégnés.

Objectifs de la thèse :

L'objectif principal est de proposer une méthodologie robuste pour la sélection, la caractérisation et l'intégration de matériaux à changement de phase dans les modules de stockage thermique à base de céramique recyclée.

Les sous-objectifs sont :

- Élaborer une démarche de sélection multi-critères (techno-économique, environnementale,...) de MCP adaptés aux températures visées ;
- Caractériser expérimentalement les performances thermo-physiques des MCP puis des couples MCP/support (stabilité, cyclabilité, corrosion, etc.) ;
- Étudier l'interaction entre le MCP et la structure d'imprégnation
- Proposer des modèles de transfert thermique pour simuler le comportement du module en conditions d'usage.

Méthodologie :

La démarche combinera :

- Une revue des bases de données et littérature sur les MCP
- Une approche de décision multi-critères qui pourrait être couplée à une analyse cycle de vie simplifiée

- Des essais expérimentaux sur bancs de caractérisation thermique (DSC, T-history, vieillissement)
- Une modélisation numérique du module imprégné

Environnement de recherche :

La thèse se déroulera au sein du laboratoire de thermique, énergétique et Procédés (LaTEP), spécialisé dans les procédés thermiques et les systèmes énergétiques innovants. Le/la doctorant(e) travaillera en lien étroit avec plusieurs partenaires du projet et pourra accéder à des plateformes expérimentales pour la mise en œuvre et la validation des prototypes.

Encadrement :

- Pr Jean-Pierre BEDECARRATS, Professeur, spécialiste des matériaux à changement de phase et du stockage d'énergie thermique
- Dr José LARA CRUZ, Maître de conférences, spécialiste des matériaux à changement de phase.

Profil recherché :

- Diplôme d'ingénieur ou Master 2 en énergétique, science des matériaux, physique appliquée ou domaine connexe
- Compétences souhaitées en : thermodynamique, transferts thermiques, caractérisation des matériaux, quelques compétences en modélisation numérique et outils de simulation pourront être utiles
- Curiosité scientifique, rigueur, sens de l'expérimentation et goût pour l'interdisciplinarité
- Maîtrise de l'anglais (niveau B2 minimum)
- La connaissance préalable des matériaux à changement de phase ou des techniques de caractérisation thermique est un plus

Conditions de la thèse :

Durée : 3 ans

Début : Septembre - Octobre 2025

Lieu : Pau, Université de Pau et des Pays de l'Adour, laboratoire LaTEP

Financement : Contrat doctoral (env. 2 200 € brut mensuel) financé par la région Nouvelle Aquitaine (PSGAR CERENA)

Mobilité : Possibilité de missions dans un laboratoire ou dans une entreprise partenaire.

Candidature :

Merci d'envoyer avant le 10 juillet 2025:

- un CV détaillé
- une lettre de motivation
- les relevés de notes de M1/M2 (ou école d'ingénieur)
- des lettres de recommandation (si disponibles) ou des contacts pour références.

À adresser par mail à : Jean-Pierre BEDECARRATS

jean-pierre.bedecarrats@univ-pau.fr

Objet : Candidature Thèse PCM – ACCELERE 3D

PhD Thesis Offer

Thesis Title:

Multi-criteria selection and characterization of phase change materials impregnating modular structures for thermal energy storage.

Context and Challenges:

Thermal energy storage plays a key role in recovering industrial waste heat and indirectly storing electricity produced by intermittent renewable energy sources. The performance of a thermal energy storage system depends on several factors, among which the material used and its integration into the storage module are essential. Phase change materials (PCMs), capable of storing and releasing large amounts of energy through their latent heat, are promising candidates for compact storage modules. However, selecting a suitable PCM is not straightforward as it depends on a set of thermal, mechanical, economic, and environmental criteria, as well as on its integration into porous matrices (metals, composites, high-conductivity structures, etc.).

This thesis is part of the ACCELERE 3-D project, which aims to develop innovative modular heat accumulators using recycled ceramics shaped by Binder Jetting 3D printing and PCMs. This collaborative project, involving several academic and industrial partners, aims to improve the performance and durability of thermal modules using these impregnated PCMs.

Thesis Objectives:

The main objective is to propose a robust methodology for selecting, characterizing, and integrating phase change materials into thermal storage modules made from recycled ceramics.

The sub-objectives are:

- Develop a multi-criteria selection approach (techno-economic, environmental, etc.) for PCMs adapted to the target temperatures;
- Experimentally characterize the thermophysical performance of the PCMs and the PCM/module couples (stability, cyclability, corrosion, etc.);
- Study the interaction between the PCM and the impregnation structure;
- Propose thermal transfer models to simulate the module's behavior under operating conditions.

Methodology:

The approach will combine:

- A review of databases and literature on PCMs;
- A multi-criteria decision-making method, possibly coupled with a simplified life cycle analysis;
- Experimental testing on thermal characterization platforms (DSC, T-history, aging);
- Numerical modeling of the impregnated module.

Research Environment:

The thesis will take place at the Laboratory of Thermal, Energy and Process Engineering (LaTEP), specializing in thermal processes and innovative energy systems. The PhD candidate will work in close collaboration with several project partners and will have access to experimental platforms for prototype development and validation.

Supervision:

- Pr. Jean-Pierre BEDECARRATS, Professor, specialist in phase change materials and thermal energy storage
- Dr. José LARA CRUZ, Associate Professor, specialist in phase change materials.

Candidate Profile:

- Master's degree or Engineering degree in energy, materials science, applied physics, or related fields
- Desired skills: thermodynamics, heat transfer, materials characterization; some knowledge of numerical modeling and simulation tools is a plus
- Scientific curiosity, rigor, experimental aptitude, and an interest in interdisciplinary work
- Working proficiency in English and in French (B2 level)
- Prior knowledge of phase change materials or thermal characterization techniques is an advantage

Thesis Conditions:

Duration: 3 years

Start: September – October 2025

Location: Pau, University of Pau and the Adour Region, LaTEP laboratory

Funding: Doctoral contract (~€2,200 gross monthly), funded by the Nouvelle-Aquitaine region (PSGAR CERENA)

Mobility: Possible missions in a partner lab or company

Application:

Please send before **July 10, 2025**:

- A detailed CV
- A motivation letter
- Transcripts of M1/M2 grades (or engineering school)
- Letters of recommendation (if available) or references

To be sent by email to: Jean-Pierre BEDECARRATS

jean-pierre.bedecarrats@univ-pau.fr