

Groupe de Travail « Vecteurs/Stockages/Réseaux » du CNRS

Fiche de synthèse « sujet de recherche » période 2008-2014

Rédacteur : Sylvain Mauran **Date :** 29/05/2014

Domaine : vecteurs stockages réseaux

Degré de maturité (TRL) : 5

Laboratoire : PROMES UPR 8521 **Tutelles :** CNRS

Responsable scientifique du sujet (mail) : Sylvain MAURAN (mauran@univ-perp.fr)

Chercheurs et enseignants-chercheurs impliqués : Didier AUSSEL, Nathalie MAZET, Pierre NEVEU, Driss STITOU, Patrick VILLAMAJO.

Laboratoires partenaires : CEA-LITEN, LOCIE, LATEP, LTN

Rôle du laboratoire sur le sujet : coordinateur partenaire

Industriels partenaires : CLIPSOL, COLDWAY, GIORDANO Industries, EXOES

Sujet : Stockage thermochimique de chaleur solaire par réaction solide/gaz et restitution sous forme de chaleur et/ou de froid, notamment pour le secteur résidentiel ou tertiaire.

Problématique : Les limitations en transferts de chaleur et de masse dans les réacteurs solide/gaz conditionnent les puissances volumiques. La sélection des solides et gaz réactifs est multi-critère, basée sur des contraintes thermodynamiques, technologiques (pression) et réglementaires.

Caractère pluridisciplinaire éventuel (champs thématiques connexes concernés) : thermique, énergétique, matériaux.

Objectifs : Optimiser par une approche multi-échelle (procédé, composant, matériau) les performances de transformateurs thermochimiques : Coefficients de performance ou d'amplification, densité énergétique et puissance volumique.

Applications industrielles et commerciales : Chauffage et rafraîchissement de l'habitat, stockage à haute température pour CSP.

Transfert de technologie envisagée (via quelles structures) : 1 projet de maturation (DAC SOL : climatisation autonome de shelter de télécommunication) via la SATT AxLR.

Compétences et Moyens disponibles : Banc de caractérisation des transferts de chaleur et de masse en milieux poreux réactifs. Pilotes de transformateur thermochimique.

Financements obtenus (CNRS, ANR, Europe, industriels,..) : OSEO Solaire-Duo, ANR PREBAT Clipcool, ANR PREBAT Orasol, ANR STOCK-E Essi, ANR SEED In'stores, 1 thèse CIFRE (Coldway), 1 contrat industriel (Coldway).

Valorisations (nb de publis, brevets,..) : 5 pubs int., 6 Confs. Int., 1 brevet.

Labellisation par des pôles de compétitivité : DERBI

Principaux résultats : Pour l'application chauffage/rafraîchissement de l'habitat une dizaine de sels réactifs avec la vapeur d'eau a été caractérisée (équilibre solide/vapeur, enthalpie et entropie de réaction). Un prototype à l'échelle 1/10 de stockage de chaleur inter-saisonnier avec un réacteur en lit fixe traversé par air humide a été construit et expérimenté ; les performances sont conformes aux prédictions. Pilote de démonstration de rafraîchissement solaire, basé sur l'utilisation de couples sel/NH₃, ayant fonctionné plusieurs années en parfaite autonomie.

Principaux verrous actuels : Mise en œuvre des réactifs de stockage à haute densité énergétique et fonctionnant sous faible pression de vapeur. Coût des sels réactifs pour une application de stockage inter-saisonnier pour l'habitat qui reste encore trop élevé vu les quantités requises (≈ 5 tonnes).

Perspectives : Pour l'application de stockage de chaleur thermochimique à haute température pour CSP, un projet ANR a démarré. Le couple réactif (CaO/H₂O) a été sélectionné et doit être intégré à un cycle Rankine de 3 kWel.

Positionnement du sujet au niveau national, européen, international : Nationalement des collaborations avec l'INES et les laboratoires LOCIE et LTN ont été établies sur plusieurs projets. Une collaboration débute avec l'Université de Tarragone sur l'hybridation de systèmes thermochimiques et à absorption.

Illustrations : Exemples de maquette et pilote de laboratoire

Stockage inter-saisonnier de chaleur solaire (habitat)



Climatisation solaire thermochimique



Principales Références Bibliographiques :

- 1) P. Neveu, S. Tescari, D. Aussel & N. Mazet, Combined Constructal and Exergy Optimization of Thermochemical Reactors for High Temperature Heat Storage, Energy Conversion and Management 71 (2013), 186-198.
- 2) MICHEL B., MAZET N., MAURAN S., STITOU D., XU J. Thermochemical process for seasonal storage of solar energy: characterization and modeling of a high-density reactive bed. ENERGY , Volume 47, Issue 1, November 2012, Pages 553-563
- 3) M. PONS, G. ANIES, F. BOUDEHENN, P. BOURDOUKAN, J. CASTAING-LASVIGNOTTES, G. EVOLA, A. LE DENN, N. LE PIERRÈS, O.MARC, N. MAZET, D. STITOU, F. LUCAS. Performance comparison of six solar-powered air-conditioners operated in five places. ENERGY, Volume 46, Issue 1, October 2012, Pages 471-483

- 4) D. STITOU, N. MAZET, S.MAURAN. Experimental investigation of a solid/gas thermochemical storage process for solar air-conditioning . ENERGY, 41, 1, 261-270, may 2012.
- 5) N. LE PIERRES, D. STITOU, N. MAZET, " Design of a thermochemical process for deep freezing using solar low-grade heat ", Chemical Engineering and Processing : Process Intensification, Vol 47 (3) , pp 484-489, DOI: 10.1016/j.cep.2007.01.011 (2008)
