



HAL
open science

Systèmes chimiques pour le stockage et la conversion de l'énergie SOLaire via une réaction PHOTOchimique et une réaction CATalytique

Vincent Goetz, Karine Loubière, Rémi Métivier, Odile Dechy-Cabaret

► To cite this version:

Vincent Goetz, Karine Loubière, Rémi Métivier, Odile Dechy-Cabaret. Systèmes chimiques pour le stockage et la conversion de l'énergie SOLaire via une réaction PHOTOchimique et une réaction CATalytique. Journées Nationales de l'Energie Solaire (JNES), Jul 2024, Chambéry, France. hal-04796640

HAL Id: hal-04796640

<https://hal.science/hal-04796640v1>

Submitted on 21 Nov 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Systèmes chimiques pour le stockage et la conversion de l'énergie SOLaire via une réaction PHOTOchimique et une réaction CATalytique.

Vincent Goetz*¹, Karine Loubière², Rémi Métivier³, and Odile Dechy-Cabaret⁴

¹Procédés, Matériaux et Energie Solaire (PROMES) – Université de Perpignan Via Domitia, Centre National de la Recherche Scientifique – 7 rue du Four Solaire Centre Felix Trombe 66120 Odeillo Font-RomeuTecnosud Rambla de la thermodynamique 66100 Perpignan, France

²Laboratoire de Génie Chimique (LGC) – CNRS : UMR5503, Université de Toulouse, INPT, UPS – 4 allée Emile Monso CS 84234 31 432 Toulouse cedex 4, France

³Photophysique et Photochimie Supramoléculaires et Macromoléculaires (PPSM) – Institut de Chimie du CNRS, Université Paris-Saclay, Centre National de la Recherche Scientifique, Ecole Normale Supérieure Paris-Saclay – 4, avenue des Sciences, 91190, Gif-sur-Yvette, France

⁴Laboratoire de chimie de coordination (LCC) – Institut de Chimie de Toulouse, Université Toulouse III - Paul Sabatier, Institut de Chimie du CNRS, Centre National de la Recherche Scientifique, Institut National Polytechnique (Toulouse) – 205 Route de Narbonne 31077 TOULOUSE CEDEX 4, France

Résumé

Une option innovante de stockage de l'énergie solaire correspond à la possibilité d'une conversion directe à l'échelle moléculaire de l'énergie transportée par les photons en énergie chimique. Le principe physico-chimique associé, mis en évidence au milieu des années 80, repose sur la propriété de molécules photo-commutables A à opérer une modification (isomérisation) de leur structure chimique par absorption du contenu énergétique de photons conduisant aux molécules B. La réversibilité du processus (le retour de B à A) est obtenue la plupart du temps en présence d'un catalyseur souvent basé sur l'utilisation de métaux de transition. L'énergie préalablement stockée sous forme chimique est restituée via une production de chaleur liée au retour à la configuration moléculaire initiale. On parle de systèmes de stockage d'énergie MOST (MOlecular Solar Thermal energy storage).

Les couples de molécules les plus représentés dans la littérature sur ce sujet qui reste encore aujourd'hui peu étudié sont : l'azobenzène impliquant une isomérisation trans/cis, les couples DHA/VHF (dihydroazulène/vinylheptafulvene) ; les couples NBD/QC impliquant une cycloaddition. C'est le système basé sur les couples NBD/QC qui semble le plus prometteur notamment pour leur capacité intrinsèque de stockage élevée, estimée par exemple à 0.4 MJ/kg pour le 2-cyano-3-3-((4-méthoxyphényl)-norbornadiène noté NBD1 avec une absorption maximale à 326 nm.

Comme démontré au cours du programme PEPS_Energie PULSE, au-delà du coût des précurseurs nécessaires pour son élaboration et de la toxicité du solvant (le toluène), le très faible recouvrement du spectre d'absorption du NBD1 avec le spectre solaire entraîne des valeurs d'efficacité de stockage de l'énergie solaire qui restent inférieures à 5%.

*Intervenant

Le projet, ANR SOLPHOTOCAT qui regroupe le même partenariat, a pour objectif d'étudier et de développer de nouveaux systèmes MOST susceptibles de surmonter les limites du système NBD1/QC1 de référence. Il s'agit : (i) de proposer des systèmes chimiques, bon marché et respectueux de l'environnement, pour le stockage et la restitution sur demande de l'énergie solaire ; (ii) de développer les dispositifs millifluidiques continus capables d'évaluer rapidement leurs performances. Ce projet, débuté en avril 2022, se concentre sur deux familles : les composés de type cage1 ; les photochromes négatifs DASA2 (Donor-Acceptor Stenhouse Adduct) ou NRA3 (Nitrile-Rich Acceptor).

Pour les composés de type cage, A est la 1,4,4a,8a-tetrahydro-endo-1,4-methanonaphthalene-5,8-dione (absorption maximum à 365 nm), B est la pentacyclo (5.4.0.0.0.0)undecane-8,11-dione. Pour les systèmes DASA ou NRA, A est la forme linéaire colorée qui présente une forte absorption dans le visible, B est la forme cyclique. Ces systèmes chimiques présentent des propriétés prometteuses : (i) des procédures de synthèse en peu d'étapes, permettant une production à l'échelle du gramme ; (ii) une bonne solubilité dans la plupart des solvants courants incluant les alcools et l'eau ; (iii) une excellente absorption dans le domaine du visible pour les DASA ou NRA ; (iv) un rendement quantique élevé pour le passage de A vers B ; autant de propriétés qui en font de bons candidats pour un procédé MOST.

1. Aillet *et al.*, *ChemEngProcess*. 2013;
- 2 Garcia-Iriepea *et al.*, *ChemPhotoChem* 2019;
3. Belikov *et al.*, *NewJChem*. 2019.

Mots-Clés: Stockage de l'énergie solaire, systèmes MOST, dispositifs millifluidiques