



**HAL**  
open science

## Conversion et stockage de l'énergie solaire via les réactions photochimiques et catalytiques

Toussaint Ntambwe Kambuyi, Carine Julcour-Lebigue, Jean-François Blanco,  
Karine Loubière

### ► To cite this version:

Toussaint Ntambwe Kambuyi, Carine Julcour-Lebigue, Jean-François Blanco, Karine Loubière. Conversion et stockage de l'énergie solaire via les réactions photochimiques et catalytiques. Journées Nationales de l'Energie Solaire (JNES), Jun 2024, Anglet, France. hal-04796686

**HAL Id: hal-04796686**

**<https://hal.science/hal-04796686v1>**

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.

---

# Conversion et stockage de l'énergie solaire via les réactions photochimiques et catalytiques

Toussaint Ntambwe Kambuyi\*<sup>†1</sup>, Carine Julcour<sup>‡2</sup>, Jean-François Blanco<sup>§3</sup>, and Karine Loubière<sup>¶4</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de Génie Chimique, Université de Toulouse, CNRS, INPT, UT3, Toulouse, France – Institut National Polytechnique de Toulouse - INPT – 4 Allée Emile Monso CS 84234 31432 Toulouse cedex 4,, France

<sup>2</sup>Laboratoire de Génie Chimique, Université de Toulouse, CNRS, INPT, UT3, Toulouse, France – Université Toulouse III - Paul Sabatier, Centre National de la Recherche Scientifique, Institut National Polytechnique (Toulouse) – 4 Allée Emile Monso CS 84234 31432 Toulouse cedex 4,, France

<sup>3</sup>Laboratoire de Génie Chimique, Université de Toulouse, CNRS, INPT, UT3, Toulouse, France – Université Toulouse III - Paul Sabatier, Centre National de la Recherche Scientifique, Institut National Polytechnique (Toulouse) – 4 Allée Emile Monso CS 84234 31432 Toulouse cedex 4,, France

<sup>4</sup>Laboratoire de Génie Chimique, Université de Toulouse, CNRS, INPT, UT3, Toulouse, France – Université Toulouse III - Paul Sabatier, Centre National de la Recherche Scientifique, Institut National Polytechnique (Toulouse) – 4 Allée Emile Monso CS 84234 31432 Toulouse cedex 4,, France

## Résumé

Le stockage de l'énergie provenant des ressources renouvelables constitue le moyen le plus efficace pour palier au caractère intermittent de ces ressources et assurer une utilisation efficiente de l'énergie. Une option innovante de stockage de l'énergie solaire consiste à une conversion directe à l'échelle moléculaire de l'énergie transportée par les photons en énergie chimique. Le principe associé repose sur la propriété de molécules photo-commutables " A " à s'isomériser suite à l'absorption de l'énergie contenue dans les photons conduisant aux molécules " B " plus énergétiques. Le retour de " B " vers la configuration moléculaire initiale " A ", est obtenue généralement *via* des réactions catalytiques au cours desquelles l'énergie préalablement stockée sous forme chimique est restituée via une production de chaleur. On parle de systèmes " MOST " (*MO*lecular *Solar Thermal energy storage*).

Parmi les systèmes MOST existant, le couple Norbornadiène (NBD)/Quadricyclane (QC) semble le plus prometteur notamment pour sa capacité de stockage élevée de l'ordre de 0.4 MJ/kg pour le 2-cyano-3-3-((4-méthoxyphényl)-norbornadiène noté NBD1. Cependant, malgré ses densités d'énergie élevées et sa robustesse, le NBD1 présente un très faible recouvrement avec le spectre d'émission solaire, conduisant à des valeurs d'efficacité de stockage de l'énergie solaire inférieures à 5%. En outre, la meilleure efficacité de stockage d'énergie est obtenue dans le toluène qui est un solvant toxique. En conséquence, la recherche de

---

\*Intervenant

<sup>†</sup>Auteur correspondant: [toussaint.ntambwekambuyi@toulouse-inp.fr](mailto:toussaint.ntambwekambuyi@toulouse-inp.fr)

<sup>‡</sup>Auteur correspondant: [carine.julcour@toulouse-inp.fr](mailto:carine.julcour@toulouse-inp.fr)

<sup>§</sup>Auteur correspondant: [jeanfrancois.blanco@ensiacet.fr](mailto:jeanfrancois.blanco@ensiacet.fr)

<sup>¶</sup>Auteur correspondant: [karine.loubiere@cnrs.fr](mailto:karine.loubiere@cnrs.fr)

molécules ayant un large recouvrement avec le spectre d'émission solaire et de solvants alternatifs " vert " et assurant une bonne solubilité des NBD1 et QC1 apparaissent donc comme des enjeux majeurs, en particulier en vue d'une application domestique de ces systèmes.

Dans ce contexte, le projet ANR SOLPHOTOCAT, qui réunit 4 laboratoires français (LCC-Toulouse, PPSM-Saclay, PROMES-Perpignan, LGC-Toulouse), vise à développer et étudier de nouveaux systèmes MOST susceptibles de surmonter les limites du système NBD1/QC1 de référence. Il s'agit : (i) de proposer des nouveaux systèmes chimiques, bon marché et respectueux de l'environnement, pour le stockage et la restitution sur demande de l'énergie solaire; et (ii) de développer les dispositifs milli-fluidiques continus capables d'évaluer rapidement leurs performances au sein d'un système intégré de stockage et conversion de l'énergie solaire.

Le couple NBD1/QC1 est dans un premier temps pris comme référence et la cinétique de la réaction photochimique (NBD1→QC1) est étudiée dans le cyclopentyl méthyl éther (Téb = 106°C), un solvant polaire aprotique non toxique en utilisant un pilote milli-fluidique constitué d'un réacteur continu de type capillaire ( $\Phi_{\text{in}} = 1,0 \text{ mm}$ ) enroulé en spirale, alimenté par un pousse-seringue et éclairé par un panneau comprenant 9 LEDs à 365 nm, chacune possédant une puissance radiante de 325 mW. La spectroscopie UV-visible est utilisée pour mesurer l'absorbance du NBD1 à 324 nm. Pour une absorbance initiale du NBD1 de 1,3974, la conversion du NBD1 est étudiée en fonction du temps de séjour hydraulique ( $\tau$ ) et de la quantité de photons. La conversion totale du NBD1 est obtenue à  $\tau = 15 \text{ min}$  pour la plus forte irradiation. Un modèle idéal de photo-réacteur (écoulement piston, densité de flux de photons uniforme et une seule espèce absorbante) permet de reproduire les tendances observées.

**Mots-Clés:** énergie solaire, stockage, systèmes MOST, photochimie, catalyse, pilote millifluidique, modélisation