



**HAL**  
open science

## Projet européen FRIENDSHIP : développement d'une solution solaire thermique pour répondre à la demande de chaleur et de froid industriels

Anouk Muller, Hai Trieu Phan, Hélène Demasles

### ► To cite this version:

Anouk Muller, Hai Trieu Phan, Hélène Demasles. Projet européen FRIENDSHIP : développement d'une solution solaire thermique pour répondre à la demande de chaleur et de froid industriels. COLLOQUE DU PÔLE CRISTAL - Edition 2023, Nov 2023, Dinan, France. cea-04354240

**HAL Id: cea-04354240**

**<https://cea.hal.science/cea-04354240v1>**

Submitted on 19 Dec 2023

**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.

# Projet européen FRIENDSHIP : développement d'une solution solaire thermique pour répondre à la demande de chaleur et de froid industriels

A. MULLER\*, H.T. PHAN, H. DEMASLES

Univ. Grenoble Alpes, CEA, Liten, Campus INES, 73375 Le Bourget du Lac, France

\*Auteur correspondant, e-mail: anouk.muller@cea.fr

## Résumé

Le projet européen FRIENDSHIP<sup>1</sup> vise à proposer une solution solaire thermique pour répondre à la demande industrielle en chaleur comme en réfrigération. Cette solution intègre une machine frigorifique à absorption de type GAX<sup>2</sup> utilisant le couple eau-ammoniac pour assurer une production stable de froid à -20°C en valorisant la chaleur collectée via des capteurs solaires thermiques.

Ce projet répond particulièrement aux thématiques 2023 du colloque du Pôle Cristal, notamment :

- Intégration d'énergies renouvelables (ici solaire thermique) dans la production de froid ;
- Technologie à absorption, alternative à la compression mécanique de vapeur ;
- Utilisation de fluides frigorigènes à faible PRG<sup>3</sup>, le couple ammoniac-eau présentant un PRG nul.

## Le projet européen FRIENDSHIP

Alors que la décarbonation de l'industrie se traduit souvent en premier lieu par l'électrification des procédés, le solaire thermique est un autre levier de la transition énergétique qui permet de répondre non seulement à la demande de l'industrie en chaleur, mais également en froid, même négatif.

Le projet FRIENDSHIP rassemble un consortium d'acteurs européens coopérant pour développer l'utilisation de l'énergie solaire thermique dans l'industrie (désignée par son acronyme anglais « SHIP<sup>4</sup> »).

---

<sup>1</sup> Forthcoming Research and Industry for European and National Development of Solar Heat for Industrial Processes

<sup>2</sup> Generator Absorber heat eXchanger

<sup>3</sup> Potentiel de Réchauffement Global

<sup>4</sup> Solar Heat for Industrial Processes

Le système FRIENDSHIP (Figure 1) propose de couvrir les besoins de chaleur à moyenne température (200°C à 300°C) grâce à l'utilisation de collecteurs solaires à concentration (paraboliques ou de Fresnel) couplés à une pompe à chaleur haute température et à un stockage thermique, garantissant la disponibilité et un niveau de température.

De façon complémentaire, afin de répondre à la demande en froid, le système intègre une machine frigorifique à absorption. Grâce au stockage thermique, la production de froid peut être maintenue constante et répondre ainsi aux exigences des procédés industriels.

L'intérêt principal de cette technologie par rapport aux systèmes à compression classiques est la diminution drastique de la consommation électrique nécessaire au refroidissement, l'apport d'énergie étant principalement thermique.

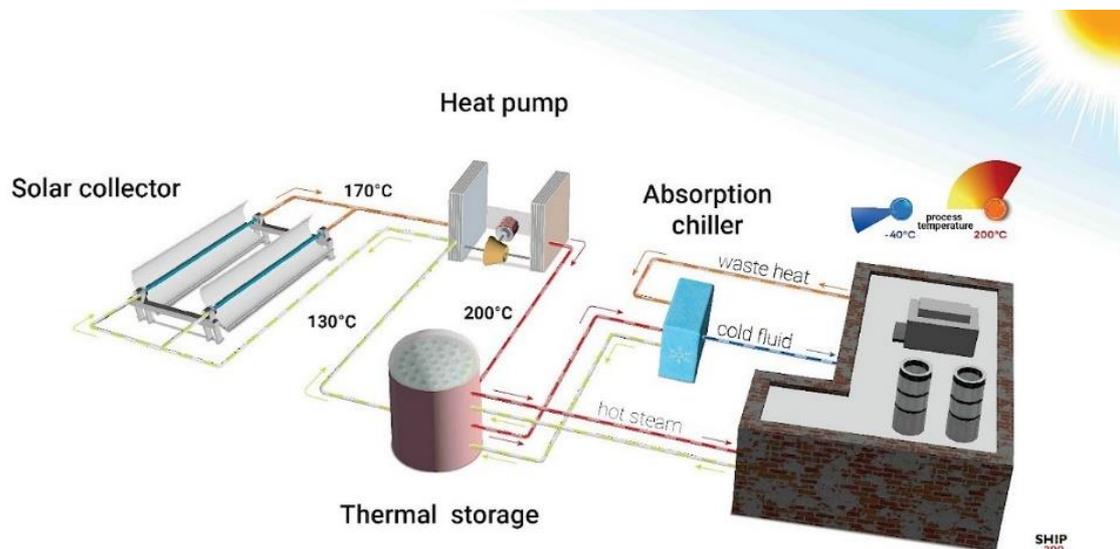


Figure 1: Principe du système FRIENDSHIP  
(image issue de la vidéo <https://vimeo.com/762177879>, INES Plateforme Formation & Évaluation)

Le projet FRIENDSHIP inclut les études théoriques ainsi que des travaux expérimentaux sous la forme d'un démonstrateur global mis en œuvre sur le site du CEA de Grenoble au second semestre 2023.

### Prototype de machine à absorption GAX NH<sub>3</sub>-H<sub>2</sub>O

Dans le contexte de ce projet européen, le Laboratoire des Technologies Thermodynamiques et Solaires (L2TS) du CEA de Grenoble a étudié numériquement la production de froid par absorption jusqu'à -40°C et a développé un prototype de groupe froid conçu pour s'intégrer au démonstrateur global (Figure 2).

Il s'agit d'une machine frigorifique à absorption de 10 kW, de type GAX, utilisant le couple eau-ammoniac. Elle est capable de refroidir un fluide vecteur à  $-20^{\circ}\text{C}$  à partir de chaleur à  $130^{\circ}\text{C}$  en provenance du stockage thermique.

Parmi les fluides de travail existants, le couple  $\text{NH}_3\text{-H}_2\text{O}$  présente des propriétés physiques intéressantes, en plus d'avoir un très faible impact environnemental.

Le prototype propose deux éléments marquants:

- Architecture GAX innovante. L'idée du cycle GAX est d'utiliser une partie de la chaleur issue de la réaction d'absorption pour réduire l'apport externe de chaleur dans le générateur, et ainsi augmenter l'efficacité (le  $\text{COP}^5$ ) de la machine.  
Cela n'est possible que lorsque la température du générateur et celle de l'absorbeur sont très différentes. Dans ce cas, les glissements de température dans le générateur et l'absorbeur sont accrus, ce qui crée les conditions thermiques adéquates pour récupérer l'énergie entre ces deux composants.
- Utilisation d'échangeurs à plaques du commerce, permettant à la fois de maîtriser les coûts de fabrication et de favoriser la compacité du groupe.



Figure 2 : Machine de froid GAX FRIENDSHIP installée sur le banc d'essai CEA INES

Les essais expérimentaux ont permis d'évaluer les performances de la machine en régime stabilisé à différentes températures de fonctionnement et de voir son comportement en régime dynamique. À  $-5^{\circ}\text{C}$ , le prototype fournit près de 11kW

---

<sup>5</sup> Coefficient Of Performance

d'eau glacée avec un COP thermique de 0,54 et un COP électrique d'environ 60. À -20°C, 6kW sont produits avec un COP thermique d'environ 0,36 et un COP électrique d'environ 40. Les essais montrent la capacité de la machine à fonctionner dans une large gamme, en particulier en ce qui concerne la température d'entrée du générateur de 120°C à 150°C, ce qui est intéressant pour répondre à différentes applications avec une flexibilité en termes de température de la source de chaleur.

Site web du projet : <https://friendship-project.eu/>

*This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 884213, project FRIENDSHIP.*