



HAL
open science

Modélisation d'un stockage d'énergie par thermocline pour une centrale solaire thermique

Simon Scolan, Pierre Delmas, Sylvain Serra, Sabine Sochard, Jean-Michel
Reneaume

► **To cite this version:**

Simon Scolan, Pierre Delmas, Sylvain Serra, Sabine Sochard, Jean-Michel Reneaume. Modélisation d'un stockage d'énergie par thermocline pour une centrale solaire thermique. Congrès de la Société Française de Thermique - SFT, Jun 2019, Nantes, France. hal-02387624

HAL Id: hal-02387624

<https://hal.science/hal-02387624v1>

Submitted on 1 Jul 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.

Modélisation et simulation dynamique d'une centrale solaire thermique

Simon Scolan^(1,2*), Sylvain Serra⁽²⁾, Sabine Sochard⁽²⁾, Pierre Delmas⁽¹⁾, Jean-Michel Reneaume⁽²⁾



CONTEXTE

NEWHEAT est une jeune entreprise innovante ayant pour mission de développer, financer, construire et exploiter des moyens de production de chaleur solaire à destination des procédés industriels et des réseaux de chaleur urbains. Elle conçoit notamment des centrales solaires thermiques fonctionnant à basse température (<100°C), basées sur des technologies solaires sans concentration, à inclinaison fixe ou liée à des systèmes de tracking solaire 1 axe. Dans le cadre du développement d'un outil d'optimisation dynamique d'une centrale solaire thermique, la modélisation fine du système et la simulation dynamique de celui-ci sont deux des étapes majeures précédant le travail final d'optimisation.

MODÉLISATION ET STRUCTURE DE LA CENTRALE

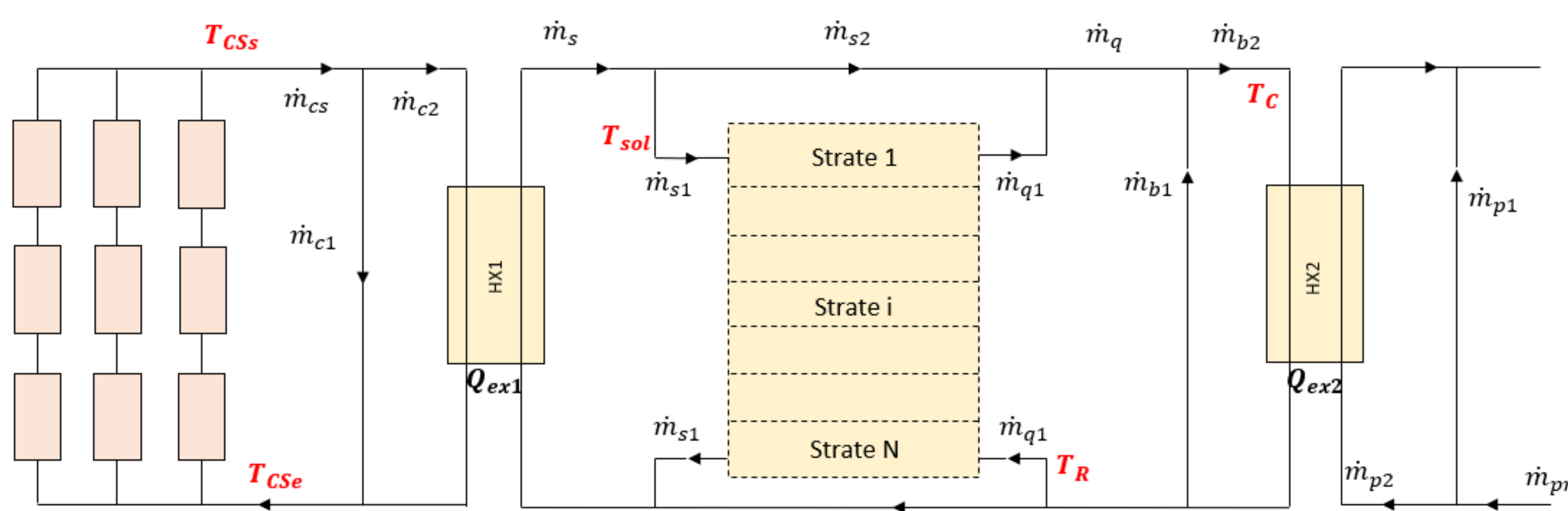


Figure 1 : Structure de la centrale solaire thermique avec capteurs plans

Spécificités :

- Champ solaire : N_b boucles et N_p capteurs par boucle. Boucle de recirculation (transitoire).
- Circuit secondaire : By-pass du stockage pour livraison directe. Vanne mélangeuse pour ajuster la température chaude T_C .

Logiciel : GAMS ® (Résolution orientée-équation).

Technique de discrétisation des EDO :

Collocation orthogonale sur éléments finis. (ici – 1h = 1 élément fini comportant 3 points de collocation intérieurs).

Conservation de la masse et de l'énergie :

- Collecteur thermique (*Flat-Plate Collector* ou autres) : Équation « quasi-dynamique » (inertie thermique).
- Échangeurs de chaleur à plaques et joints et/ou batterie d'échange air/eau côté process : Méthode NUT.
- Cuve de stockage par chaleur sensible : Discrétisation en N strates. 1 EDO par strate. Gestion des éventuelles inversions de température.
- Tuyauteries de liaison et pertes thermiques.

SIMULATION DYNAMIQUE

Dimensions de la centrale (région de Montpellier) :

Champ solaire : 15 boucles x 12 capteurs (2873 m²). Inclinaison 34° face au Sud.
Stockage : 1000 m³ (hauteur 12m, diamètre 10,3m).

Courbe de charge : (ici journée d'été)

Puissance demandée constante : 0,63 MW
Température froide / chaude max : 55°C / 65°C

Hypothèses de fonctionnement : 7 degrés de liberté (débits)

Démarrage / arrêt : Irradiation solaire suffisante.
Régulation : débits fixes max (champ solaire). Égalité des ratios calorifiques aux échangeurs. **60% livraison directe, 40% charge du stockage.** Pas de décharge.

Interprétation des résultats :

Pertes optiques et thermiques importantes au sein du champ solaire.

Management de l'énergie difficile en simulation :

- Demande et température max dépassées.
- Charge du stockage insuffisante.
- Décharge à ajouter.

➔ L'optimisation devra permettre de maximiser la satisfaction de la demande en ajustant la livraison, la charge et la décharge d'énergie.

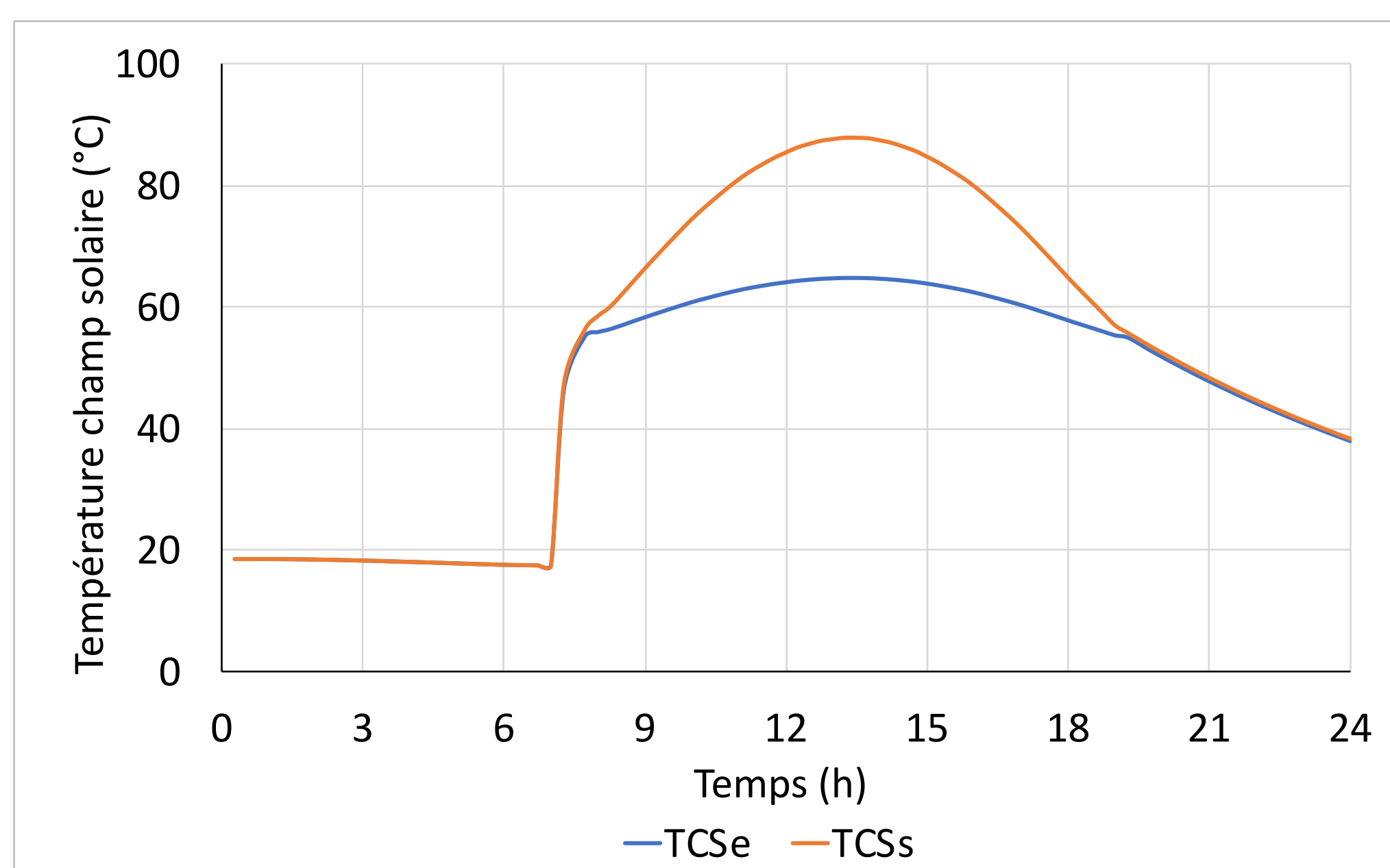


Figure 2 : Évolution des températures d'entrée et de sortie du champ solaire.

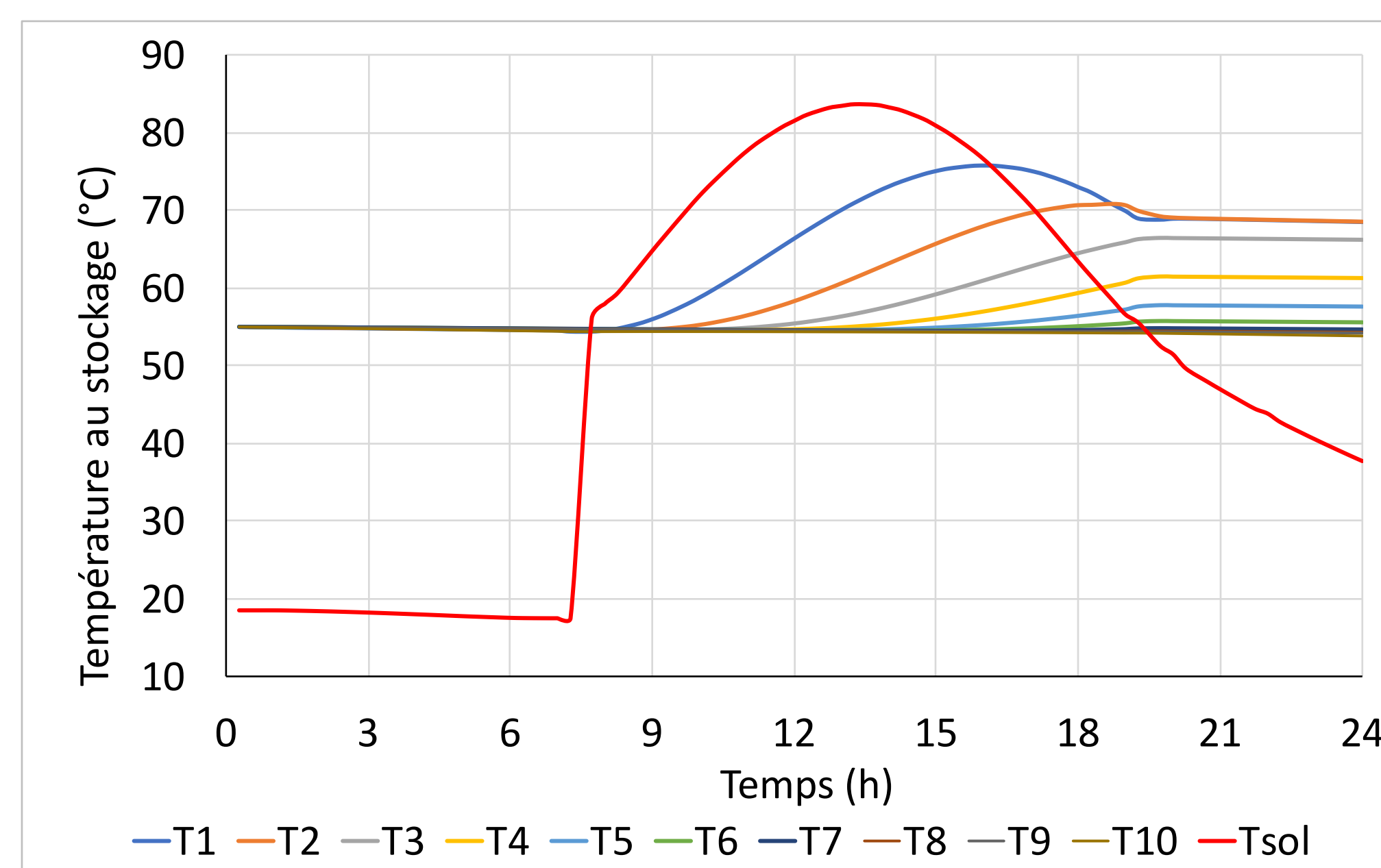


Figure 3 : Évolution des températures de charge (T_{sol}) et des strates du stockage (T_1 à T_{10}).

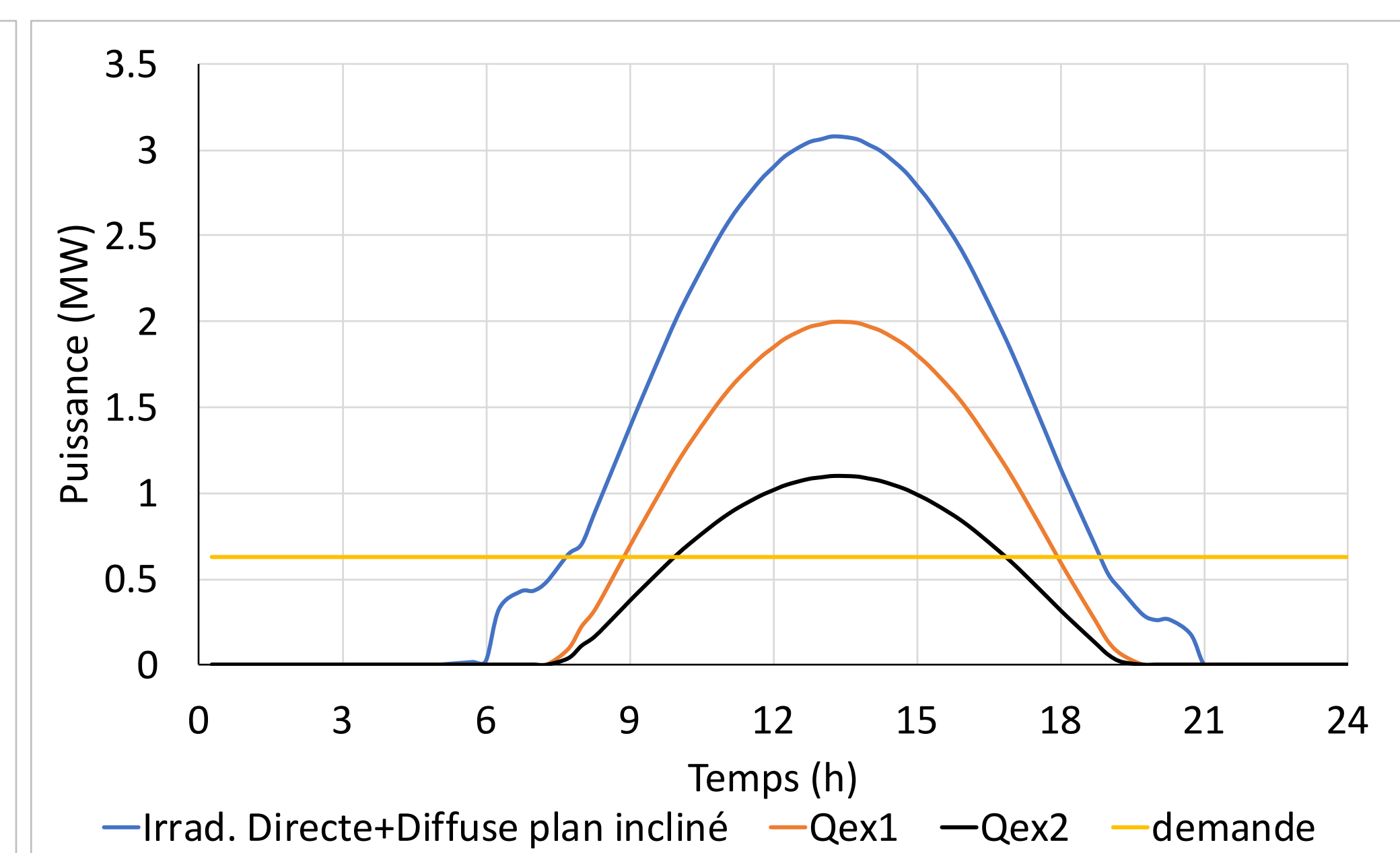


Figure 4 : Bilan d'énergie au sein de la centrale.

CONCLUSION, PERSPECTIVES

- Modélisation – Méthode numérique : Mises en place correctes. Faible temps de calcul attendu (pour l'optimisation).
- Simulation dynamique : Gestion de l'énergie produite non optimale (l'utilisateur gère manuellement les degrés de liberté).
- Optimisation dynamique : Maximisation d'une fonction objectif adéquate par une meilleure gestion des degrés de liberté.
- Système de tracking solaire (si intéressant économiquement) : Ajout d'un degré de liberté au problème d'optimisation. Augmentation de l'énergie fournie et gestion d'éventuelles surchauffes.