Modélisation pilote LNEG

# Schéma général

On considère le système solaire décrit à la Figure 1.

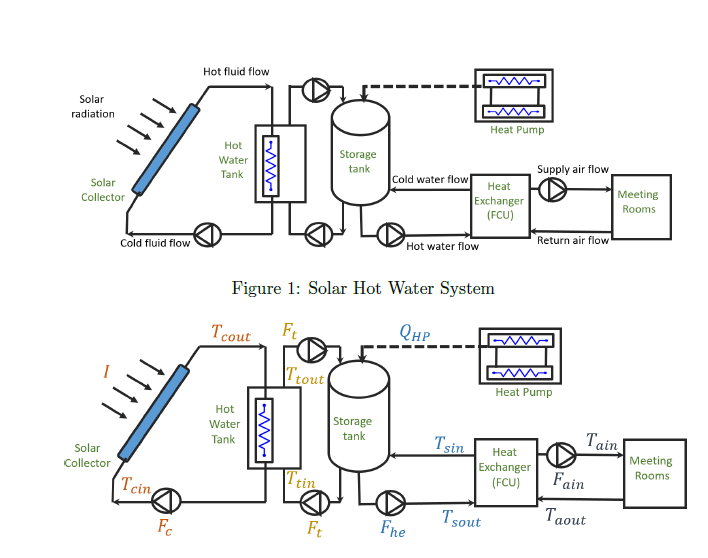


Figure . Synoptique du pilote.

L’échangeur thermique entre le circuit primaire du panneau solaire et le circuit secondaire amenant au système de stockage principal peut-être de différents types : échangeur co-courant, échangeur contre-courant et échangeur noyé dans un petit ballon de stockage.

# Nomenclature

Partie à réaliser ! (voir code pour l’instant).

# Modélisation mathématique du pilote

## Modélisation du panneau solaire thermique

La modélisation du panneau solaire thermique répond à l’équation différentielle suivante d’après [1] :

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

## Modélisation de l’échangeur thermique

Trois types d’échangeurs thermique possibles sont considérés :

### Modèle co-courant

Le modèle co-courant suppose que les débits entrants évoluent en parallèle dans le même sens. Le modèle est obtenu directement à partir de celui décrit dans [2] :

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

### Modèle contre-courant

Le modèle contre-courant suppose que les débits entrants évoluent en parallèle dans le sens contraire et se croisent. Le modèle est obtenu à partir de celui décrit dans [2] en considérant l’hypothèse qui est décrite dans les explications à savoir qu’il faut croiser, dans la seconde partie des équations, les températures d’échange. On a donc qui est remplacée dans la seconde partie de la première équation par et on a qui est remplacée dans la seconde partie de la seconde équation par . On obtient le modèle suivant :

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

### Modèle avec échangeur noyé dans un ballon de stockage

Partie à réaliser !

# Résultats de simulation

Les simulations sont réalisées avec Simulink dans lequel le modèle est implémenté dans une Sfunction. On considère les variables suivantes pour les simulations :

* échelon de 1000 à 500 .
* Température extérieure :
* Température entrante côté froid :
* Débit côté primaire :
* Débit côté secondaire :
* Initialisation : et .

## Simulation du panneau solaire thermique

En considérant uniquement une variation de et les autres variables d’état constantes on obtient la simulation de la Figure 2.

Une image contenant table

Description générée automatiquement

Figure . Simulation du panneau solaire thermique.

Le résultat est cohérent, la température de sortie varie linéairement en régime permanent en fonction de l’ensoleillement ( d’augmentation par ).

## Simulation de l’échangeur thermique

On considère ici seulement les équations différentielles de l’échangeur thermique. La variable d’état lié au panneau solaire reste constante.

### Modèle co-courant

Avec le modèle co-courant on obtient la simulation de la Figure 3.

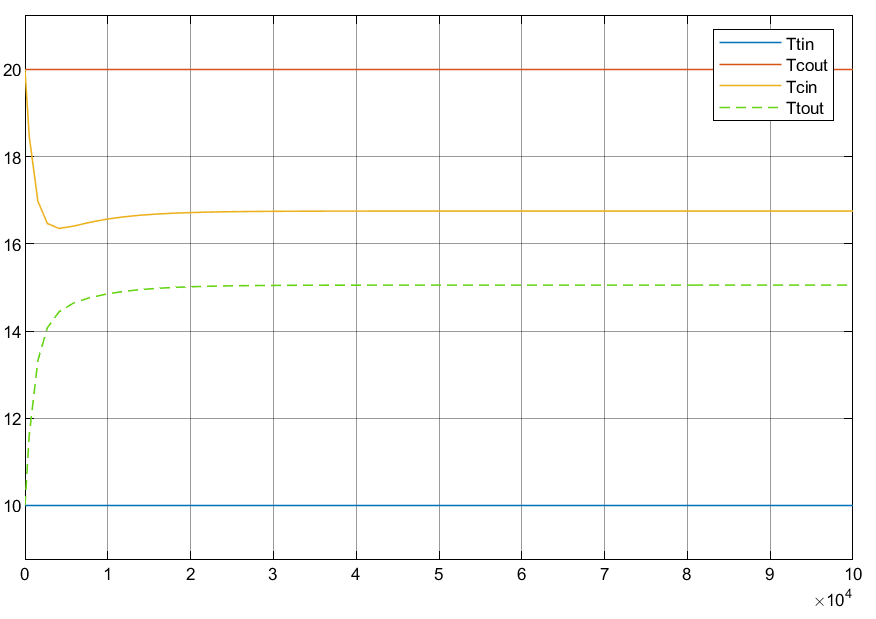


Figure . Simulation de l’échangeur thermique nominal en co-courant.

Le résultat semble cohérent, on a un échange de chaleur qui conduit à avoir qui se réchauffe et qui se refroidi pour atteindre un régime permanent avec . On peut vérifier qu’avec une surface d’échange artificiellement augmentée (100 fois) on a le comportement de la Figure 4 où les deux températures de sortie tendent vers une asymptote égale dans un temps très court.

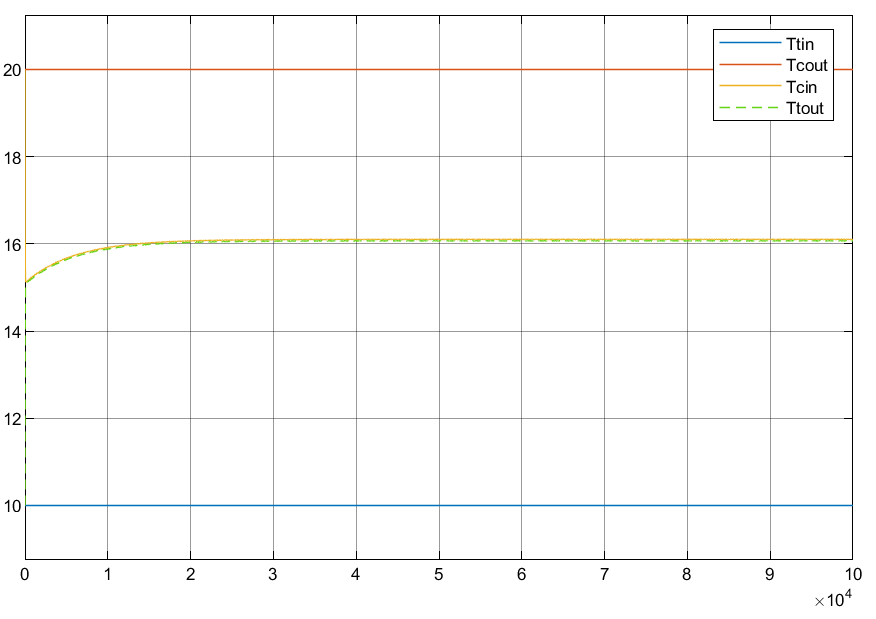


Figure . Simulation de l’échangeur thermique avec surface d’échange augmentée en co-courant.

### Modèle contre-courant

Avec le modèle contre-courant on obtient la simulation de la Figure 5.

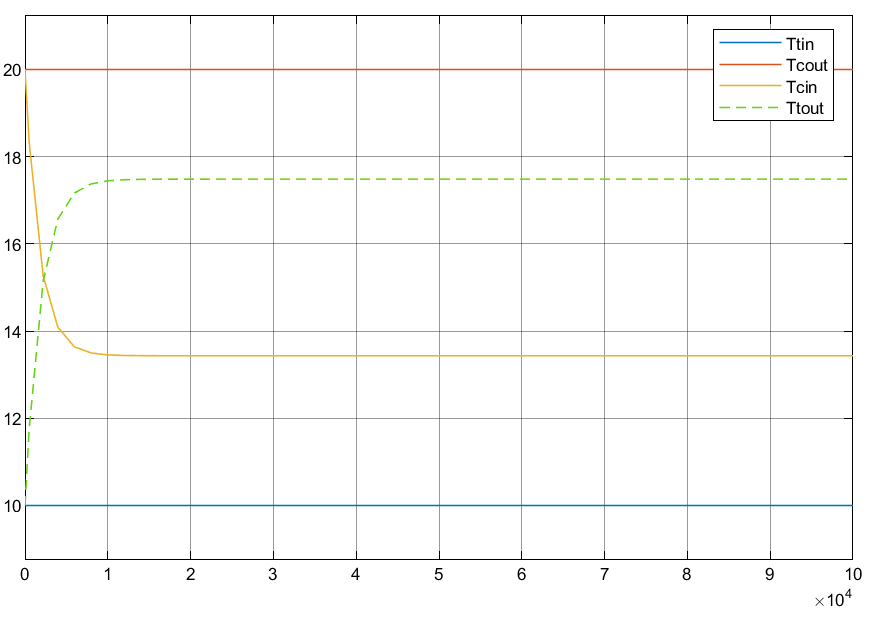


Figure . Simulation de l’échangeur thermique nominal en contre-courant.

Le résultat semble cohérent, on a un échange de chaleur qui conduit à avoir qui se réchauffe et qui se refroidi pour atteindre un régime permanent avec . On peut vérifier qu’avec une surface d’échange artificiellement augmentée (100 fois) on a le comportement de la Figure 6 où les deux températures de sortie tendent vers les températures d’entrée opposées.

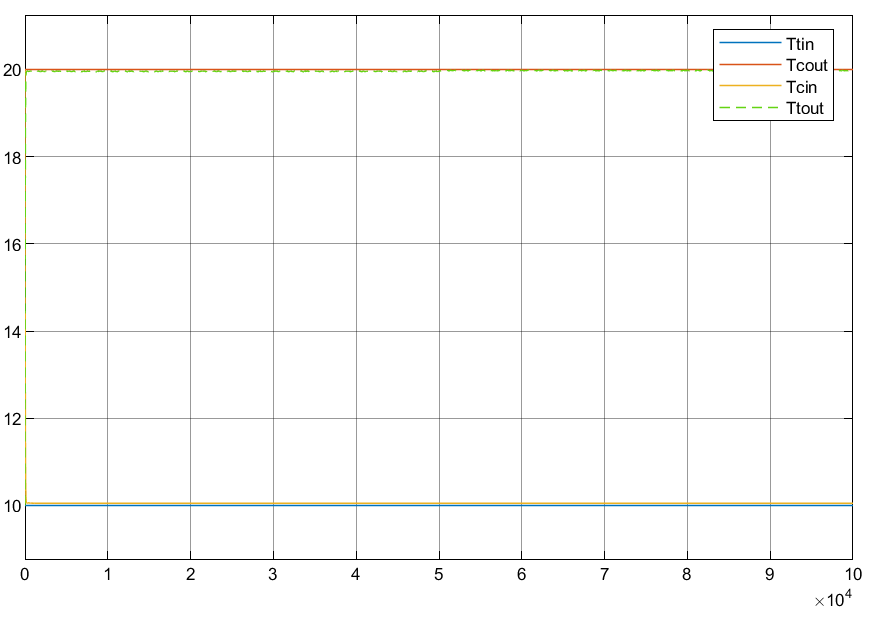


Figure . Simulation de l’échangeur thermique avec surface d’échange augmentée en contre-courant.

## Simulation de l’échangeur thermique et du panneau solaire

### Modèle co-courant

Avec le modèle co-courant de l’échangeur thermique et le panneau solaire thermique on obtient la simulation de la Figure 7.

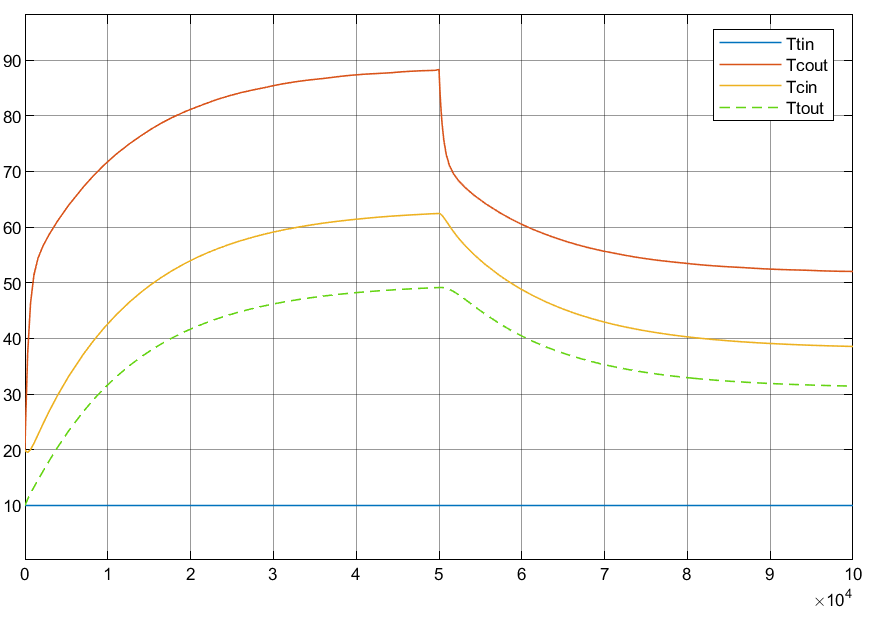


Figure . Simulation de l’échangeur thermique en co-courant et panneau solaire thermique.

### Modèle contre-courant

Avec le modèle contre-courant de l’échangeur thermique et le panneau solaire thermique on obtient la simulation de la Figure 8.

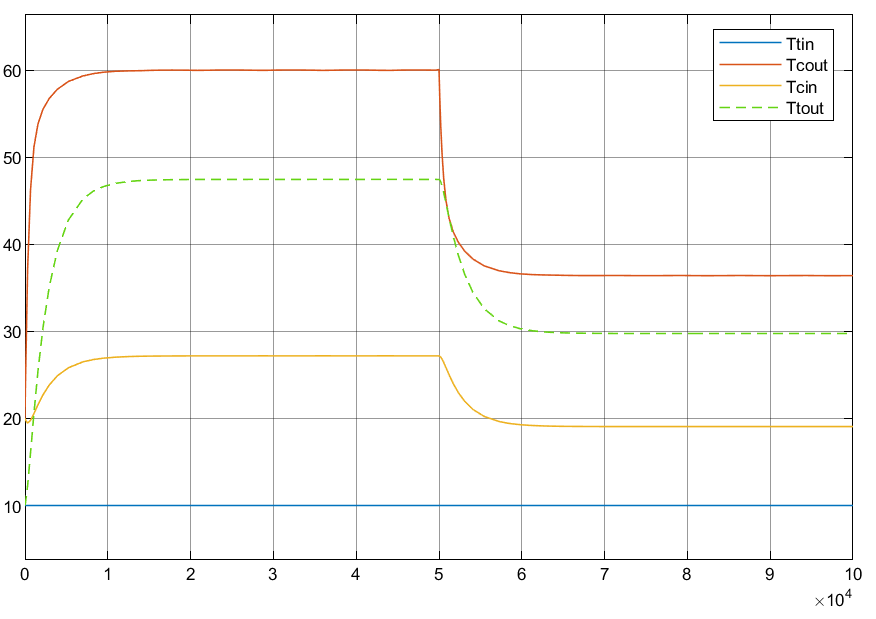


Figure . Simulation de l’échangeur thermique en contre-courant et panneau solaire thermique.

# Bibliographie

[1] J. Buzás, I. Farkas, A. Biró, and R. Németh. Modelling and simulation aspects of a solar hot water system. *Mathematics and Computers in Simulation*, 48(1):33–46, 1998.

[2] Peter Woolf. *Chemical Process Dynamics and Controls*, chapter 6.6: ODE and Excel model of a Heat Exchanger, pages 321–328. 2021.