

Manuel d'Utilisation

Logiciel de Simulation Thermique

Votre Nom

10 avril 2025

Table des matières

1	Introduction	1
2	Installation	1
2.1	Prérequis	1
2.2	Installation des dépendances	2
3	Interface Graphique	2
3.1	Vue d'ensemble	2
3.2	Paramètres de sauvegarde	3
3.3	Configuration de la plaque	3
3.3.1	Visuels des éléments	4
3.4	Paramètres de simulation	4
4	Utilisation	4
4.1	Lancement de l'interface graphique	4
4.2	Lancement de la simulation	4
4.3	Identification des fonctions de transfert	5
5	Exemples de configuration	5
5.1	Paramètre de simulation de base	5

1 Introduction

Ce manuel décrit l'utilisation du logiciel de simulation thermique, conçu pour modéliser la diffusion de chaleur dans une plaque métallique avec un actuateur et des perturbations thermiques. L'interface graphique permet de configurer tous les paramètres de simulation et de sauvegarde, et de lancer la simulation.

2 Installation

2.1 Prérequis

- Python 3.13.2
- Bibliothèques requises :
 - **Bibliothèques standard de Python 3.13 :**
 - `os`
 - `sys`
 - `math`
 - `time`

- json
- datetime
- tempfile
- tkinter (Tk/Tcl version 8.6)
- **Librairies externes à installer :**
 - numpy (version 2.1.3)
 - matplotlib (version 3.10.0)
 - customtkinter (version 5.2.2)
 - pandas (version 2.2.3)
 - scipy (version 1.15.2)
 - control (version 0.10.1)
- **Modules personnalisés :**
 - Simulation (fichier Simulation.py local contenant Plaque)

2.2 Installation des dépendances

Pour vérifier si une les librairie est standards sont installées :

```
pip install stdlib --list
```

Installation des librairies externes :

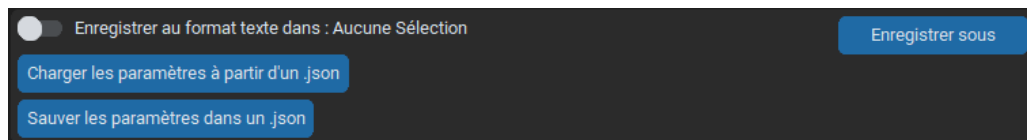
```
pip install customtkinter numpy matplotlib pandas scipy control
```

3 Interface Graphique

3.1 Vue d'ensemble

L'interface se compose de trois sections principales :

1. Paramètres de sauvegarde



2. Configuration de la plaque

Réinitialiser les Paramètres

Largeur de la plaque (mm) :

60.0

Longueur de la plaque (mm) :

116.0

Largeur de l'actuateur (mm) :

15.0

Longueur de l'actuateur (mm) :

15.0

Puissance dans l'actuateur (Watt) :

3.0

Température ambiante (°C) :

25.0

Masse volumique (kg/m³) :

2700.0

Capacité thermique (J/Kg·K) :

900.0

Coefficient de convection (W/m²·K) :

8.0

Épaisseur de la plaque (mm) :

1.6

Conductivité thermique (W/m·K) :

110.0

Couple plaque-actuateur :

1.0

Position de l'actuateur, des thermistances et de la perturbation (mm) :

30.0

10.2

30.0

30.0

30.0

×

×

×

15.0

49.88

15.08

60.32

105.56

3. Paramètres de simulation

Durée de la simulation (secondes) :

200.0

Démarrage de l'actuateur à (secondes) :

10.0

Arrêt de l'actuateur à (secondes) :

150.0

Maillage (mm/éléments) :

1.0

Puissance de la perturbation (Watt) :

5.0

Début de la perturbation à (secondes) :

50.0

Fin de la perturbation à (secondes) :

75.0

Facteur d'accélération d'affichage :

10.0

Lancer la Simulation

3.2 Paramètres de sauvegarde

- **Enregistrer sous** : Sélectionnez un dossier pour sauvegarder les résultats
- **Switch d'enregistrement** : Active/désactive la sauvegarde des données.
Les données de température pour tous les points de la plaque sont sauvegardées dans `<horodatage>_Simulation_Temp.csv`, et les données temporelles de la puissance dans l'actuateur, de la chaleur pompée dans la plaque et de chaque thermistance sont sauvegardées dans `<horodatage>_elements_data.csv`
- **Charger/Sauver paramètres** : Sauve et load un JSON contenant la configuration de la plaque et les paramètres simulation.

3.3 Configuration de la plaque

Réinitialiser les Paramètres : Restaure les paramètres par défaut

Enter (sur le clavier) : Valide les modifications dans les champs de saisie

Cette section contient des entrées pour :

- Dimensions de la plaque (longueur/largeur en mm) : Limité de 1 à 1000 mm
- Dimensions de l'actuateur (longueur/largeur en mm) : Limité de 1 à 1000 mm
- Puissance de l'actuateur (Watt) : Limité de -10 à 10 W
- Température ambiante (°C) : Limité de -200 à 200 °C
- Masse volumique (kg/m³) : Limité de 500 à 10000 kg/m³
- Capacité thermique (J/Kg·K) : Limité de 100 à 10000 J/Kg·K
- Coefficient de convection (W/m²·K) : Limité de 0.01 à 1000 W/m²·K
- Épaisseur de la plaque (mm) : Limité de 0.001 à 100 mm

- Conductivité thermique (W/m·K) : Limité de 1 à 1000 W/m·K
- Couple plaque-actuateur : Limité de 0.001 à 10
La chaleur pompé par l'actuateur est multiplié par cette valeur avant d'être envoyé dans la plaque.
- Position de l'actuateur accompagné d'un slider
- Position de la perturbation accompagné d'un slider
- Position de la thermistance 1 accompagné d'un slider
- Position de la thermistance 2 accompagné d'un slider
- Position de la thermistance 3 accompagné d'un slider

3.3.1 Visuels des éléments

L'utilisation des sliders permet de positionner :

- L'actuateur (carré rouge)
- La perturbation (cercle vert)
- Trois thermistance (croix bleue, verte et blanche)

3.4 Paramètres de simulation

Lancer la Simulation : Lance la simulation

Enter (sur le clavier) : Valide les modifications dans les champs de saisie

Cette section contient des entrées pour :

- Durée de la simulation (secondes) : Limité de 10 à 10000 secondes
- Démarrage/arrêt de l'actuateur (secondes) : Limité de 0 à 10000 secondes
- Maillage (mm/éléments) : Limité de 0.5 à 10 mm/éléments
- Puissance de la perturbation (Watt) : Limité de -100 à 100 W
- Démarrage/arrêt de la perturbation (secondes) : Limité de 0 à 10000 secondes
- Facteur d'accélération d'affichage : Limité de 1 à 100
La durée l'affiche de la simulation sera donné par :

$$\text{Durée l'affiche} = \frac{\text{Durée de la simulation}}{\text{Facteur d'accélération d'affichage}}$$

Cette durée d'affiche est limité par la vitesse de calcul de la simulation.

Si cette valeur est mise à zéro, la simulation sera lancée sans visualisation.

4 Utilisation

4.1 Lancement de l'interface graphique

Avec le code `GUI_Simulation.py` dans le même dossier que `Simulation.py`, lancez le code `GUI_Simulation.py`. L'interface graphique de contrôle devrait s'ouvrir.

4.2 Lancement de la simulation

Cliquez sur le bouton "Lancer la Simulation" pour démarrer. Une fenêtre matplotlib s'ouvrira avec :

- Une carte thermique de la plaque
- Un graphique des températures aux thermistances

4.3 Identification des fonctions de transfert

L'identification des fonctions de transfert du système peut être lancé en appuyant sur **Ctrl+G** dans l'interface graphique.

Lors de cette opération, la fenêtre principale de l'interface graphique disparaît temporairement.

Pour chacun des couples entrée/sortie suivants, une fonction de transfert arbitraire de

la forme $\frac{C_1s^2+C_2s+C_3}{s^2+C_4s+C_5}e^{-sC_6}$ est identifiée :

- Puissance injectée → Chaleur pompée
- Chaleur pompée → Thermistance 1
- Thermistance 1 → Thermistance 2
- Thermistance 2 → Thermistance 3

Un graphique est affiché pour chaque fonction de transfert identifiée, montrant l'entrée, la sortie et la sortie calculée avec la fonction de transfert.

Les fonctions de transfert sont identifiées à l'aide des entrées et des sorties simulées avec les paramètres actuels de la simulation.

Si la perturbation est activée, les paramètres de la fonction de transfert seront donc erronés.

5 Exemples de configuration

5.1 Paramètre de simulation de base

```
1 {
2     'plaque_largeur' : 60, # mm
3     'plaque_longueur' : 116, # mm
4     'mm_par_element' : 1, # mm
5     'Temperature_Ambiante_C' : 25, # C
6     'position_longueur_actuateur' : 15, # mm
7     'position_largeur_actuateur' : 30, # mm
8     'largeur_actu' : 15, # mm
9     'longueur_actu' : 15, # mm
10    'puissance_actuateur' : 3, # W
11    'couple_actuateur' : 1, # NA
12    'voltage_actuateur' : 1.2, #V
13    'convection_actuateur' : 40, # W/m2*K
14    'masse_volumique_plaque' : 2700, # kg/m3
15    'masse_volumique_actu' : 3950, # kg/m3
16    'epaisseur_plaque_mm' : 1.6, # mm
17    'epaisseur_actu_mm' : 0.05, # mm
18    'capacite_thermique_plaque' : 900, # J/Kg*K
19    'capacite_thermique_Actu' : 760, # J/Kg*K
20    'conductivite_thermique_plaque' : 110, # W/m*K
21    'coefficient_convection' : 8, # W/m2*K
22    'time_step' : 'auto', #sec
23    'simu_duration' : 200, #sec
24    'actu_start' : 10, # sec
25    'actu_stop' : 150, # sec
26    'point_interet_1_largeur' : 30, # mm
27    'point_interet_1_longueur' : 15, # mm
28    'point_interet_2_largeur' : 30, # mm
29    'point_interet_2_longueur' : 60, # mm
30    'point_interet_3_largeur' : 30, # mm
31    'point_interet_3_longueur' : 105, # mm
32    'perturbation_longueur' : 50, # mm
33    'perturbation_largeur' : 10, # mm
```

```
34     'perturbation_start' : 50, #sec
35     'perturbation_stop' : 75, #sec
36     'perturbation_power' : 5, #W
37     'simu_acceleration_factor' : 10 #Multiplier
38 }
```