

Projet EASiMod

Expérimentation, Acquisition de données, Simulation et
Modélisation

Financement par «Appel à projet Université Paris-Saclay 2022

« Oser - Initiatives pédagogiques »

Graduate School Science de l'Ingénierie et des Systèmes

B. Broyart, M. Debacq, K. Lachin, S. Pagliaro

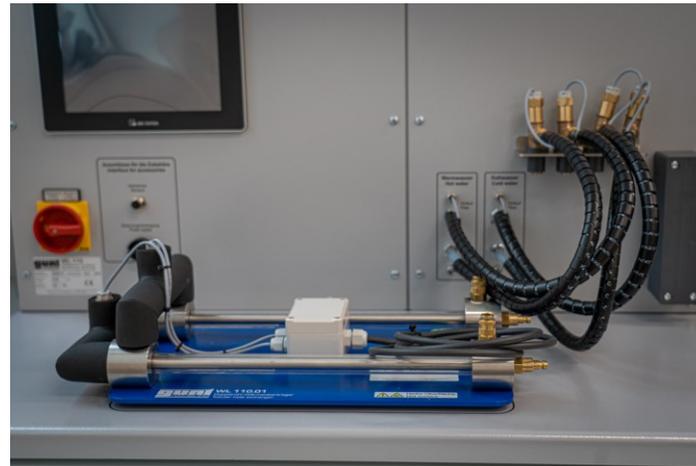
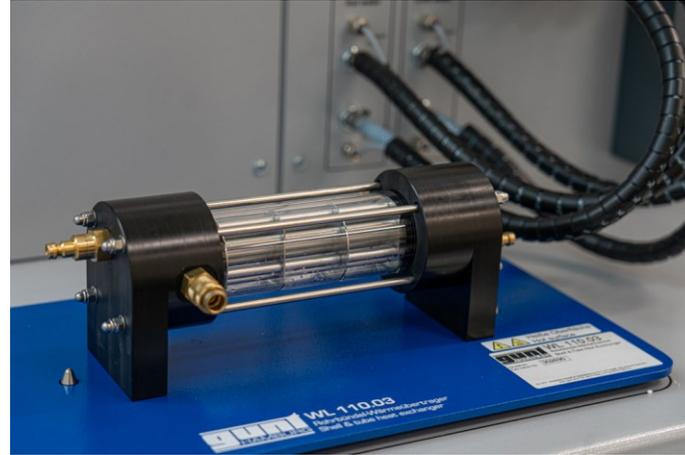
- création d'un module pédagogique (6h) à l'interface entre **expérimentation** et **modélisation**
- exemple choisi : analyse du fonctionnement des **échangeurs de chaleur** et de l'établissement de lois accompagnant le changement d'échelle (du laboratoire vers l'outil pilote puis à l'échelle industrielle)
- 1^{ère} étape d'**acquisition de données** sur des échangeurs à petite échelle (financement par AAP Oser) en laissant aux étudiants la liberté d'explorer un large domaine expérimental
- 2^{ème} étape de **traitement de données/ modélisation** pour vérifier la validité des mesures expérimentales et envisager l'extrapolation
- un moment privilégié pour insister sur **le lien indissociable entre l'expérimentation et la modélisation** dans nos disciplines alors que ces 2 modes d'appréhension de la réalité sont souvent traités dans des UC différentes.



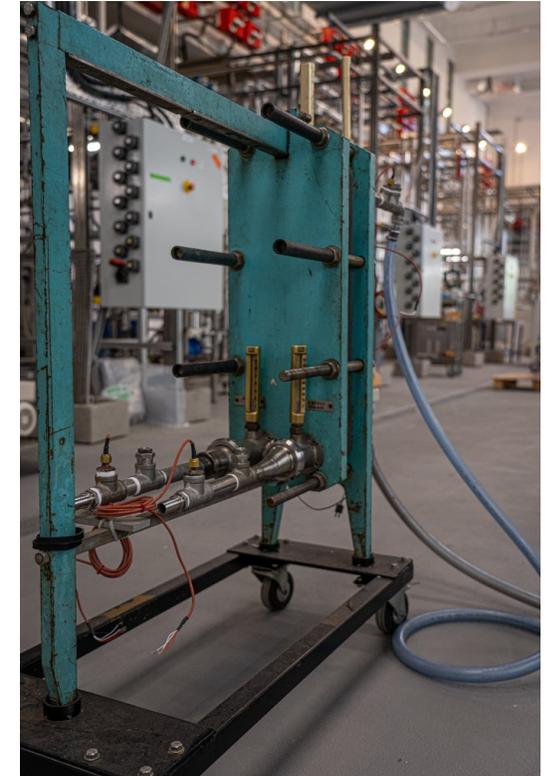
Financement par AAP des outils pilotes à petite échelle (environ 25 k€) et permettant le recrutement d'un ingénieur pédagogique (en cours) pour accompagner l'avancement du projet

Projet EASiMod : Dispositifs expérimentaux

Matériels à petite échelle fournis par la **société GUNT** (<https://www.gunt.de/fr/>) réalisant des bancs expérimentaux pour l'enseignement (génie des procédés, mécanique, génie thermique)



EASiMod



Echangeur disponible dans la Halle technologique de l'UMR SayFood

Utilisation de l'**environnement Jupyter** et création des blocs notes numériques (incluant blocs de texte, illustrations et blocs de code sous Python) afin de gérer l'avancement du module

Exemple de développement
de bloc-note numérique
dans l'environnement Jupyter

The screenshot shows a Jupyter Notebook window with the following content:

Calculation of heat transfer coefficients for a tubular heat exchanger

We want to calculate the efficiency of heat exchange between a hot and a cold fluid circulating in a tubular heat exchanger. This device consists of two concentric cylindrical tubes of length 10 m (diameter of the central tube 3 cm and diameter of the external tube 5 cm). Cold water at 20°C (cold fluid) flows at a rate of 1 kg/s in the central tube and hot water at 80°C (hot fluid) flows at a rate of 2 kg/s in the annular space between the two tubes.

Bloc texte: définition du problème ou réponse/ commentaires des résultats par les étudiants

For our calculation, we will neglect the resistance to the transfers by conduction in the thin metal wall separating the two fluids. We will also consider that the density, heat capacity, thermal conductivity and dynamic viscosity of water at 20°C are 1000 kg/m³, 4180 J/kg/K, 0.6 W/m/K and 10⁻³ Pa.s respectively and that the same properties are 970 kg/m³, 4199 J/kg/K, 0.67 W/m/K and 3.4×10⁻⁴ Pa.s for water at 80°C.

1. Calculate the convective heat transfer coefficient for the flow of cold fluid in the internal tube

```
Entrée [2]: 1 from colorama import Fore
2 import numpy as np
3
4 rho_c=1000 #Density cold fluid, kg/m3
5 cpc=4180 #Specific heat cold fluid, J/kg/K
6 lamc=0.6 #Thermal conductivity cold fluid, W/m/K
7 muc=1e-3 #Dynamic viscosity cold fluid, Pa.s
8
9 mdotc=1 #Mass flow rate cold fluid, kg/s
10 Dint=3e-2 #Diameter internal tube, m
11
12 Sint=np.pi*Dint**2/4 #Section internal tube
13 print(Fore.RED + f"The area of the section of the internal tube is equal to {Sint:1.3e} m\u00b2.")
14 print()
15 vc=(mdotc/rho_c)/Sint #Velocity cold fluid, m/s
16 Rec=rho_c*vc*Dint/muc #Reynolds number
17
18 print(Fore.RED + f"The velocity of the cold fluid in the internal tube is {vc:1.2f} m/s and the Reynolds number is {Rec:1.0f}")
19 print()
20
21
```

Bloc code Python : résultats des calculs effectués par les étudiants et trace de graphes