



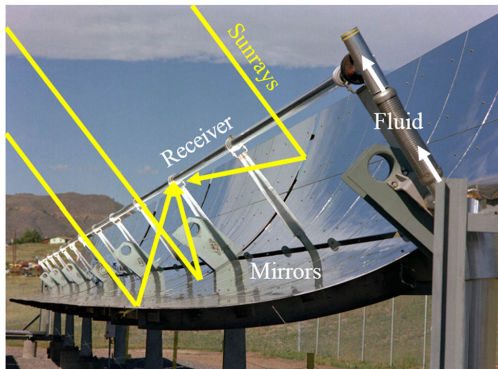
Analyse et réduction de modèle Modelica via Persalys

JU OpenTURNS - 21 juin 2021

Claire-Elleuthériane Gerrer
Ingénieure d'études et de recherche

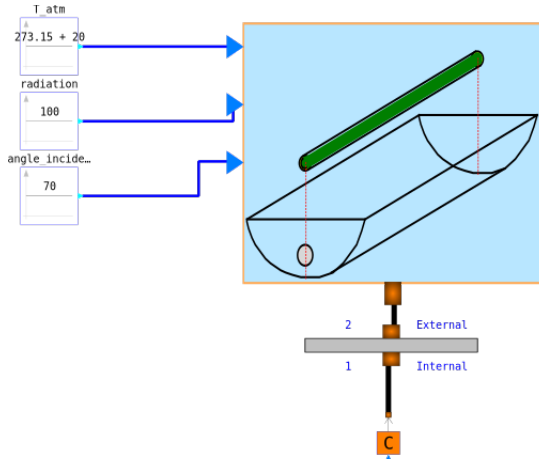
Étude de cas

- Les collecteurs solaires paraboliques permettent la production d'électricité à échelle industrielle.



Étude de cas

- On modélise sur OpenModelica les panneaux réfléchissant le soleil sur le tuyau.



Étude de cas

- On s'intéresse à 9 variables de ce modèle.

Groupe de variable	Nom	Unité	Rôle
Géométriques	L	m	Longueur du tube PTSC
	solarCollector.RimAngle	°	Angle du rebord
	solarCollector.f	m	Longueur focale
	solarCollector.h	$W/m^2/K$	Coefficient de transfert
État de propreté	solarCollector.R	-	Réfectivité du miroir
	solarCollector.TauN	-	Transmittivité du verre
Météo	T_atm.k	°K	Température atmosphérique
	angle_incidence.k	°	Angle d'incidence du soleil
	radiation.k	W/m^2	Rayonnement normal


- Sortie : le flux de chaleur transmis au fluide.

Étude de cas

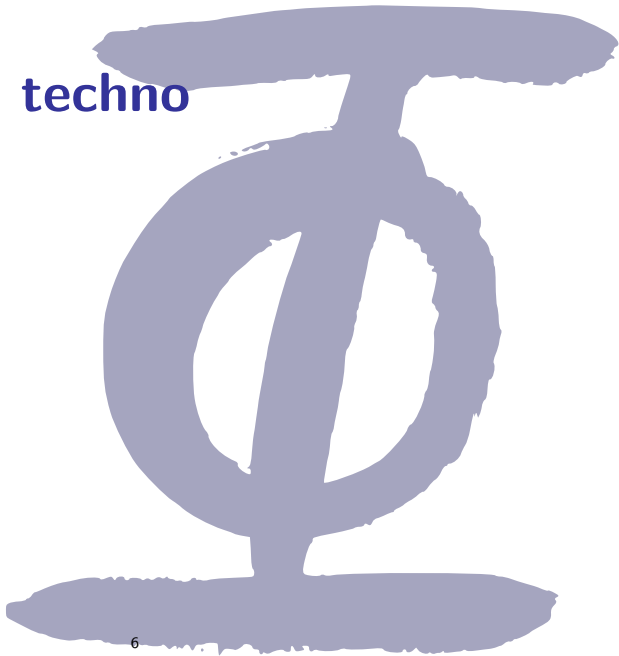
- ▶ Enjeu 1 : compréhension du modèle.
→ Quelles sont les variables les plus influentes ?
- ▶ Enjeu 2 : rapidité du modèle.
→ Peut-on accélérer la simulation de ce modèle ?

On considère toutes les variables constantes au cours de la simulation :

$$\text{modèle physique} \Leftrightarrow f(x_1, \dots, x_9)$$

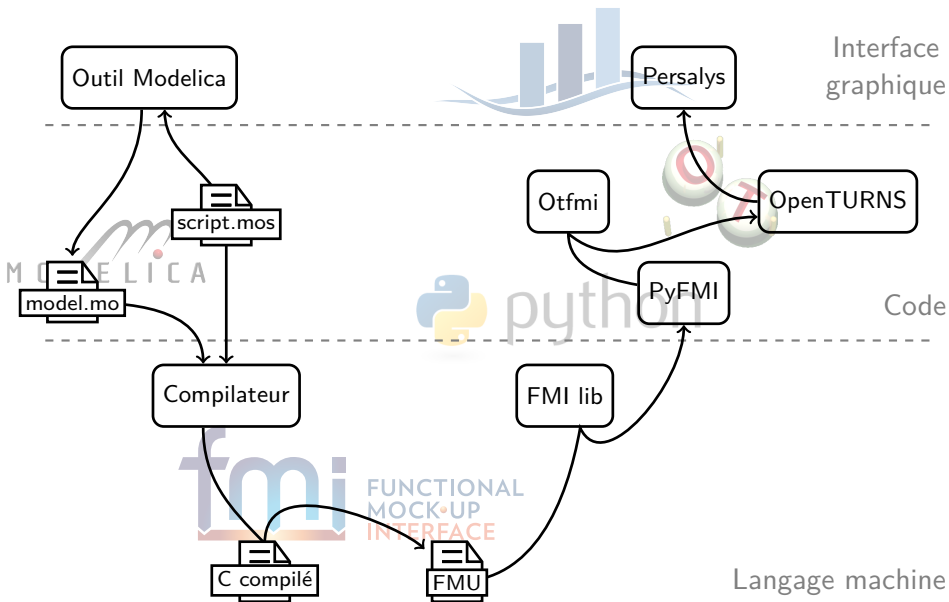
 "parameter" et "input" étant des types Modelica, on utilise le terme "variable" pour l'analyse statistique.

Un peu de techno



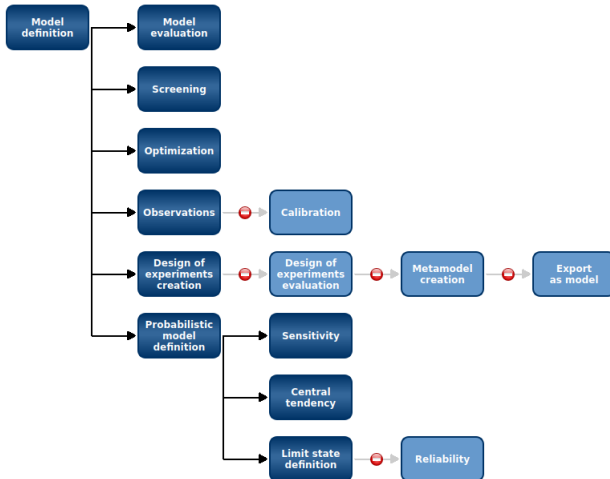
Communication Modelica - OpenTURNS

- ▶ Le standard FMI (Functional Mock-up Interface) définit un conteneur et une interface pour échanger des modèles entre logiciels.
- ▶ On nomme *FMU* le fichier zip rassemblant ces éléments.
- ▶ Ce standard est compatible avec OpenModelica, Dymola, Amesim, Simulink, Python, etc.
- ▶ Les bibliothèques PyFMI et FMPy permettent de simuler des FMUs en Python.



Persalys, l'interface graphique d'OpenTURNS

- contourner les difficultés de la syntaxe Python/OpenTURNS,
- guider l'utilisateur dans la démarche d'analyse.

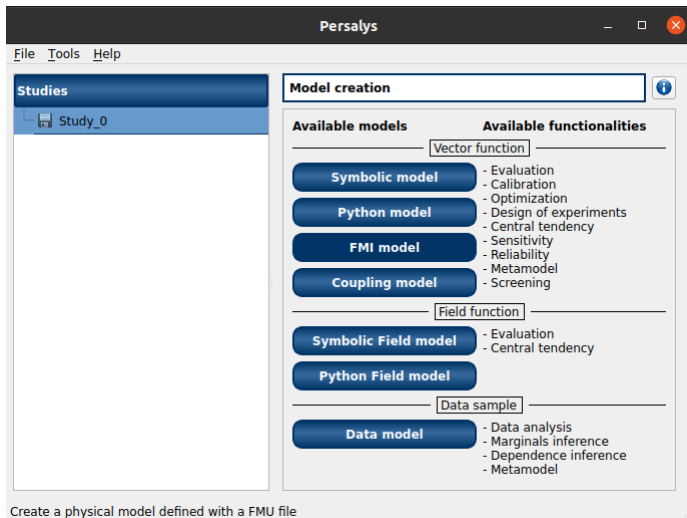


Un petit tour en Persalys ?



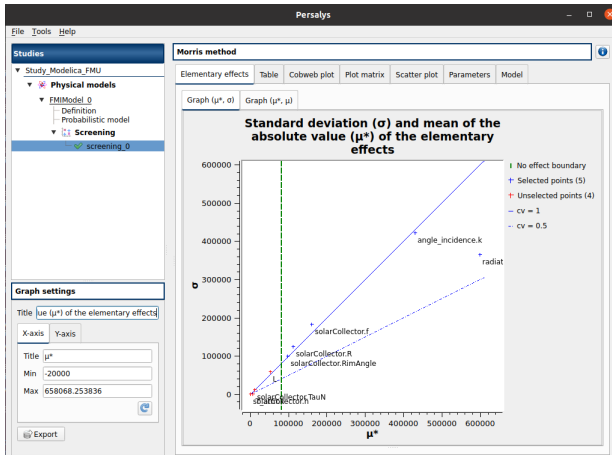
Import du FMU

- On étudie le collecteur solaire exporté comme FMU.



Analyse de sensibilité avec Persalys

- Le screening fournit de premières informations sur l'importance relative des variables.



Analyse de sensibilité avec Persalys

- On conserve les 5 variables les plus influentes.

Groupe de variable	Nom	Unité	Rôle
Géométriques	L	m	Longueur du tube PTSC
	solarCollector.RimAngle	°	Angle du rebord
	solarCollector.f	m	Longueur focale
	solarCollector.h	$W/m^2/K$	Coefficient de transfert
État de propreté	solarCollector.R	-	Réfectivité du miroir
	solarCollector.TauN	-	Transmittivité du verre
Météo	T_atm.k	°K	Température atmosphérique
	angle_incidence.k	°	Angle d'incidence du soleil
	radiation.k	W/m^2	Rayonnement normal

Analyse de sensibilité avec Persalys

- Pour aller plus loin, on définit les lois de probabilité des variables conservées.

Persalys

File Tools Help

Studies

- Study_Modelica_FMU
 - Physical models
 - FMIModel_0
 - Definition
 - Probabilistic model
 - Screening
 - screening_0

Probabilistic model

Marginals Dependence

	Variable	Distribution
1	<input type="checkbox"/> L	
2	<input type="checkbox"/> T_atm.k	
3	<input checked="" type="checkbox"/> angle_incidence.k	Uniform
4	<input checked="" type="checkbox"/> radiation.k	Uniform
5	<input checked="" type="checkbox"/> solarCollector.R	Uniform
6	<input checked="" type="checkbox"/> solarCollector.RimAngle	Uniform
7	<input type="checkbox"/> solarCollector.TauN	
8	<input checked="" type="checkbox"/> solarCollector.f	Uniform
9	<input type="checkbox"/> solarCollector.h	

Import Morris result

PDF

Density

angle_incidence.k

Parameters

Type a, b

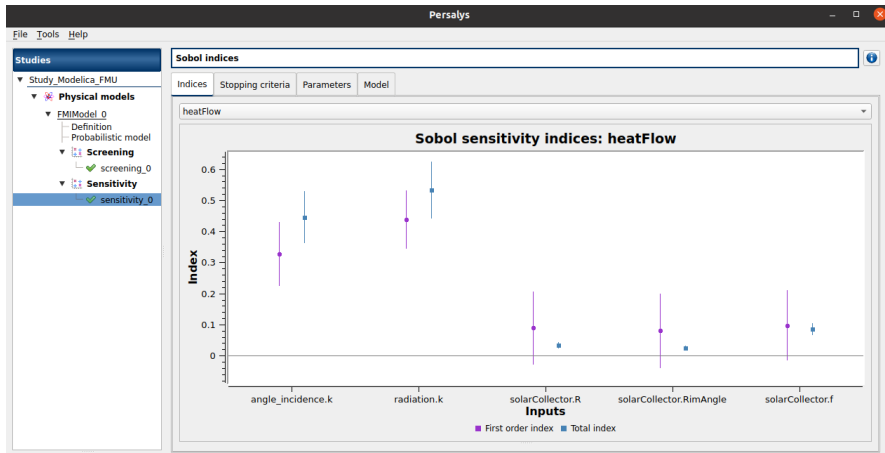
a 0

b 89

Truncation parameters >

Analyse de sensibilité avec Persalys

- ▶ Les indices de Sobol' quantifient, pour chaque entrée, la part de variance de la sortie dont elle est responsable.



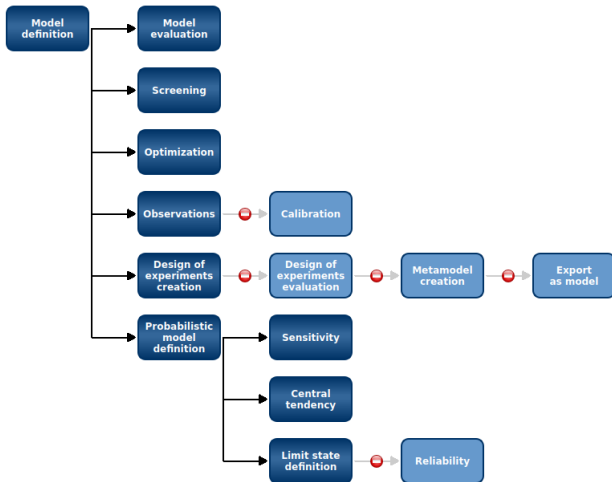
Analyse de sensibilité avec Persalys

- On conserve les variables influentes et susceptibles d'évoluer dans le temps.

Groupe de variable	Nom	Unité	Rôle
Géométriques	L	m	Longueur du tube PTSC
	solarCollector.RimAngle	°	Angle du rebord
	solarCollector.f	m	Longueur focale
	solarCollector.h	$W/m^2/K$	Coefficient de transfert
État de propreté	solarCollector.R	-	Réfectivité du miroir
	solarCollector.TauN	-	Transmittivité du verre
Météo	T_atm.k	°K	Température atmosphérique
	angle_incidence.k	°	Angle d'incidence du soleil
	radiation.k	W/m^2	Rayonnement normal

- On considère donc un modèle à 3 entrées et 1 sortie.

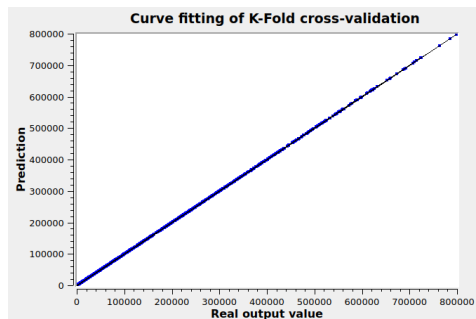
Et maintenant ? 🎵



- On réduit le temps de calcul du modèle par métamodélisation.

Création du métamodèle

- La fidélité et le temps d'exécution du métamodèle sont satisfaisants.



Métamodèle (Python)	Modèle (Modelica)
5×10^{-5} s.	3×10^{-3} s.

Pour résumer...

- ▶ L'analyse de sensibilité a permis de cibler les variables les plus influentes.
- ▶ Le métamodèle, 100 fois plus rapide, remplacera le modèle pour l'étude statistique (propagation d'incertitude, fiabilité...).
- ▶ Mais le métamodèle ne peut être utilisé en connexion avec d'autres modèles Modelica.

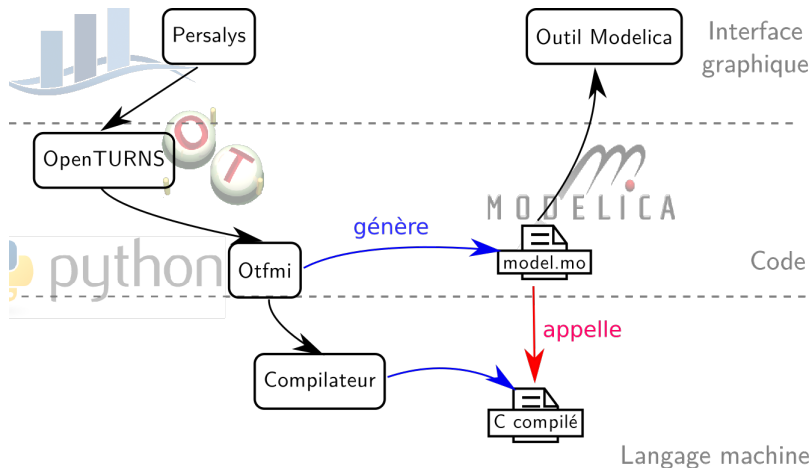
Impossible, vraiment ?



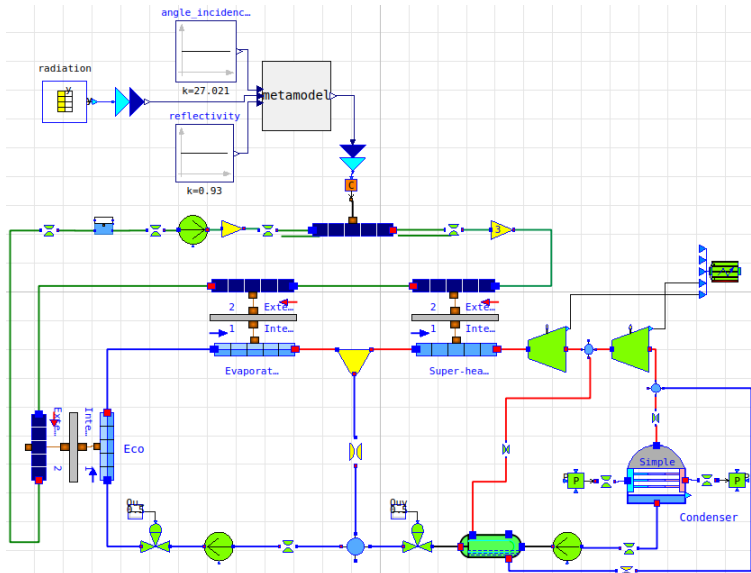
Utilisation du métamodèle dans Modelica

- ▶ But : connecter le métamodèle à d'autres blocs Modelica.
- ▶ Enjeu : utiliser des modèles de divers outils de modélisation dans un environnement de simulation.
- ▶ Moyen : appel au métamodèle OpenTURNS via un wrapper Modelica.

Utilisation du métamodèle dans Modelica



Utilisation du métamodèle dans Modelica



Conclusion

- ▶ Démonstration : utilisation de Persalys, interface graphique à OpenTURNS, pour un FMU.
- ▶ Exploration : inclusion d'un métamodèle OpenTURNS dans l'environnement de simulation Modelica.
- ▶ Remerciements :
 - Julien Schueller pour l'adaptation d'OTFMI,
 - Hubert Blervaque pour la modélisation Modelica,
 - Daniel Bouskela pour son aide sur ThermoSysPro.



Merci de votre attention.

gerrer@phimeca.com

