

### Troisième modèle de pile à combustible SOFC dans ThermoOptim

Le troisième modèle est une extension de celui-ci avec prise en compte de l'équation électrique, et on suppose que la pile à combustible est refroidie par de l'eau à 40 bars, dont la température passe de 200 °C (liquide), à 450 °C (vapeur). Les classes externes s'appellent SOFCH2ThermoInlet et SOFCH2ThermoOutlet.

#### Modèle thermique retenu

Le refroidissement de la pile est modélisé par un thermocouple connecté sur le diviseur de sortie.

Le mécanisme des thermocouples complète celui des échangeurs de chaleur en permettant à des composants autres que des transfo "échange" de se connecter à une ou plusieurs transfo "échange" pour représenter un couplage thermique. Il n'englobe pas celui des échangeurs : deux transfo "échange" ne peuvent pas être connectés par un thermocouple.

Un tel mécanisme présente un grand intérêt, car il permet de représenter de nombreux couplages thermiques qui ne constituent pas pour autant un échange de chaleur classique, comme par exemple le refroidissement des parois de la chambre de combustion d'un moteur alternatif, une compression refroidie, et surtout des apports ou des extractions de chaleur au niveau de composants externes multi-fonctionnels comme la pile à combustible.

On se reportera au manuel de référence pour une présentation détaillée des thermocouples.

Nous supposons dans ce modèle qu'un tiers de la chaleur dégagée dans la pile est récupérée par la vapeur de refroidissement, le reste servant à échauffer les gaz qui alimentent la pile. Le paramétrage du thermocouple est expliqué plus loin, dans le paragraphe décrivant les modifications faites à la classe du modèle précédent.

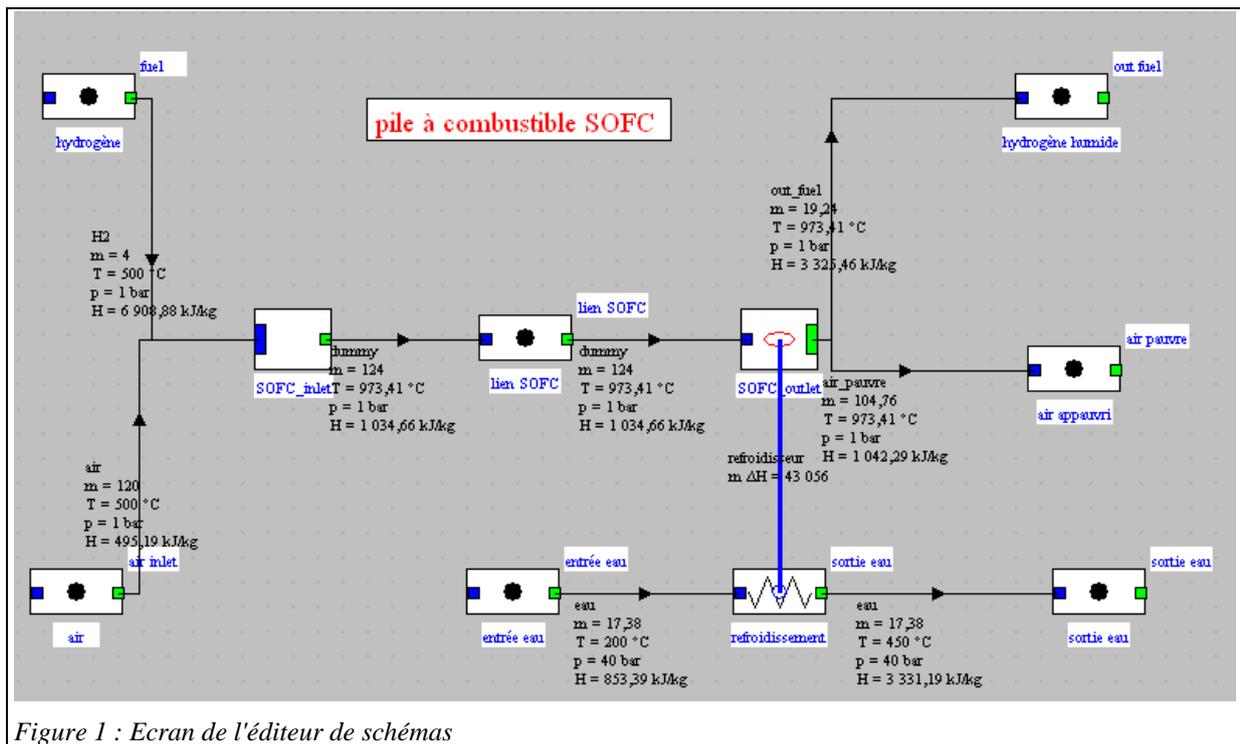


Figure 1 : Ecran de l'éditeur de schémas

Les figures 1 à 3 montrent les modifications apportées au modèle. Avec les hypothèses retenues, le thermocouple permet de porter 17,4 g/s d'eau à 40 bars et 200 °C à 450 °C.

noeud  type

veine principale  m global

h global

isobare T global

nom transfo	m abs	m rel	T (°C)	H
air appauvri	104,761	104,761	973,41	1 042,29
hydrogène hu...	19,239	19,239	973,41	3 325,46

**SOFC H2 thermo outlet**

**current intensity (A)**  **Number of cells**

**active surface (cm2)**  fuel use rate : 0.480

**heat released (W)**  conversion efficiency : 0.440

**electric power generated (W)**  voltage : 281.000

**outlet temperature (K)**

Figure 2 : Ecran du composant pile SOFC

nom  type

SOFC cooler

**thermal fluid**   **process**

**Te**  **Te**

**Ts**   calculé **Ts**   fluide méthode pinct.

**m**   calculé **m**  **pincement minimum**

**Cp**  **Cp**

**m ΔH**  **m ΔH**

calculate exchange **UA**

**R**

**NUT**

**DTML**

**epsilon**

Figure 3 : Ecran du thermocoupleur

## **Activités proposées**

A partir de ce modèle, il est possible de coupler la pile à combustible à des systèmes énergétiques complexes.

### **Modifications pour la classe externe SOFCH2ThermoOutlet**

L'implémentation du thermocoupleur est expliquée ici :

- 1) il faut tout d'abord le déclarer dans le constructeur

```
thermoCouplerTypes=new String[1];
thermoCouplerTypes[0]="SOFC cooler";
```

- 2) les calculs sont ensuite effectués grâce à la méthode updateThermoCoupler(), que nous avons ici paramétré de la manière suivante : 1/3 de la puissance thermique est transférée au thermocoupleur, le débit associé est le débit massique total entrant, la température d'entrée dans le thermocoupleur côté pile est celle de l'air, et celle de sortie est celle des gaz en sortie de pile.

```
double Qcool=Qlib/3.;
Qlib=Qlib-Qcool;
double mcool=inletSOFC.fuelFlow+inletSOFC.airFlow;

updateThermoCoupler("SOFC cooler", inletSOFC.TamontAir, Taval, -Qcool, mcool);
```