



**HAL**  
open science

# Couplage entre transport réactif et thermohydraulique pour la modélisation du colmatage des plaques entretoises

Nikos Leterrier, Sandrine Gyuran, Antonin Couvez

► **To cite this version:**

Nikos Leterrier, Sandrine Gyuran, Antonin Couvez. Couplage entre transport réactif et thermohydraulique pour la modélisation du colmatage des plaques entretoises. 36e Séminaire CEA-SMAI/GAMNI Mécanique des Fluides Numérique, Jan 2024, Paris, France. 2024. cea-04713965

**HAL Id: cea-04713965**

**<https://cea.hal.science/cea-04713965v1>**

Submitted on 30 Sep 2024

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## TRANSPORT RÉACTIF : LE MODULE SCORPIO

### Equation du transport-réactif

- Le module SCORPIO permet de résoudre les équations du transport réactif.
- Il utilise le Baltik SIDES de TRUST qui approche numériquement la solution de systèmes algébro-différentiels (SIDES est utilisé par le code PAREX+).
- SCORPIO offre une alternative aux codes commerciaux de transport réactif. Il est développé selon les besoins des utilisateurs.

### Equation du transport-réactif

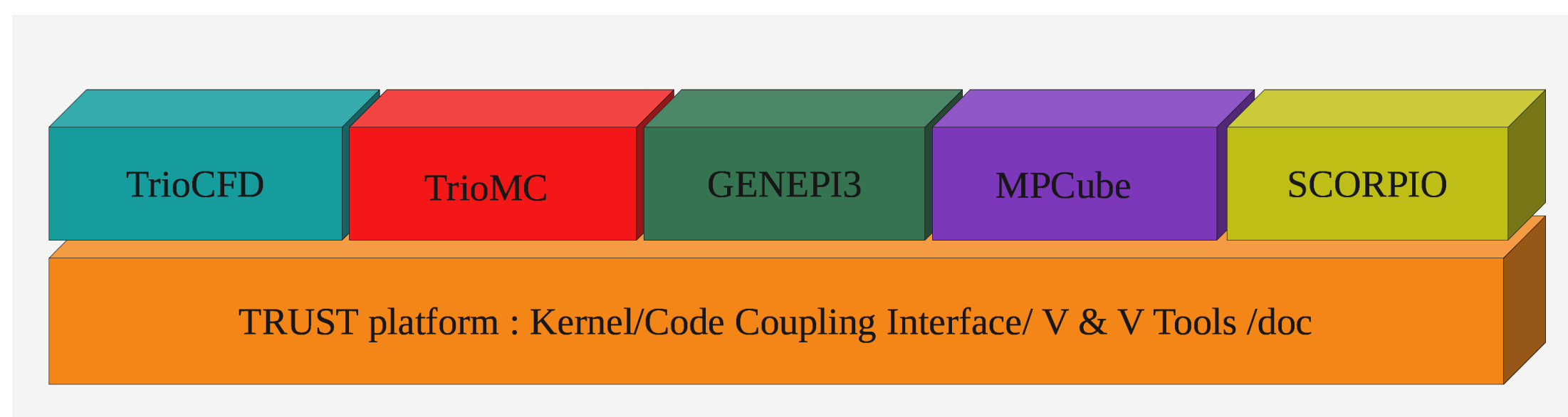
$$\begin{cases} \partial_t \mathbf{n}_i = \mathbf{P}_{\text{kin},i}(\mathbf{c}) + \mathbf{P}_{\text{alg},i}(\lambda) + \mathbf{T}(\mathbf{n}_i), \\ \mathbf{G}_{\text{alg}}(\mathbf{c}) = 0. \end{cases} \quad (1)$$

- Les inconnues du système sont  $\mathbf{n}_i$  la quantité de matière de l'espèce  $i$  ou  $\mathbf{c}_i$  sa concentration, et  $\lambda$  un vecteur constitué de vitesses de réaction.
- Les fonctions  $\mathbf{P}_{\text{alg},i}$  et  $\mathbf{P}_{\text{kin},i}$  sont les termes de production et de destruction de matière dus aux réactions chimiques.
- Le terme de transport  $\mathbf{T}$  est un terme de convection-diffusion.
- La fonction  $\mathbf{G}_{\text{alg}}$  est un ensemble des relations algébriques à vérifier par le système.

## COUPLAGE AVEC LA THERMOHYDRAULIQUE

### ICoCo (Interface for Code Coupling)

- Module de TRUST (C++ et swig) conçu pour le couplage de codes à résolution itérative
- Couplage contrôlé via un ensemble de méthodes virtuelles
- Utilise le format commun MEDField pour les échanges de données entre codes



### Code TrioCFD pour la thermohydraulique

- Les équations utilisées sont les équations RANS.
- Les phases solides des espèces chimiques permettent de calculer la porosité pour la résolution de la thermohydraulique.
- La vitesse et la température calculées par TrioCFD permettent de calculer le transport des espèces chimiques et les vitesses des réactions cinétiques et algébriques.

## CHOIX DE MODÉLISATION

### Terme de frottement en milieu poreux

- Les équations RANS en milieux poreux contiennent un terme de frottement  $\mathbf{S}_f$  sur la partie solide.
- Selon la nature du milieu poreux (granulaire, solide plein...) il y a différentes modélisations de  $\mathbf{S}_f$ .

### Proposition d'une approximation

Le terme de frottement  $\mathbf{S}_f$  sera approché sur la face  $\sigma$  entre les cellules  $\Omega_1$  et  $\Omega_2$  par :

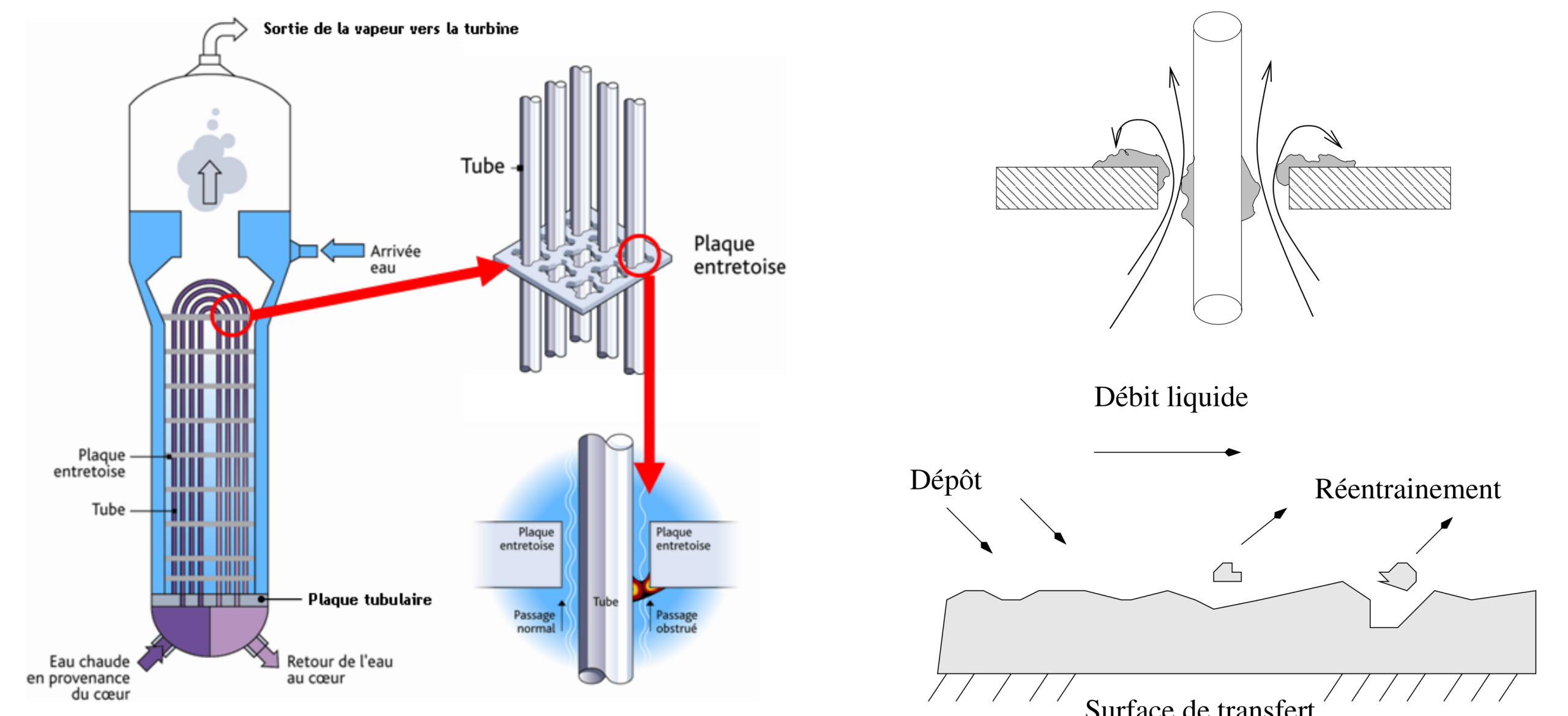
$$\mathbf{S}_f \approx -\rho\beta_\sigma(1 - \beta_\sigma) \frac{l(\sigma)}{\mu(\Omega_2) + \mu(\Omega_1)} \mathbf{C}_f \|\vec{\mathbf{V}}_\sigma\| \vec{\mathbf{V}}_\sigma$$

- la porosité de la face est  $\beta_\sigma$ ,  $l(\sigma)$  est l'aire de la face  $\sigma$  et  $\mu(\Omega)$  est le volume de la cellule  $\Omega$ .
- La vitesse est notée  $\vec{\mathbf{V}}_\sigma$  et  $\mathbf{C}_f$  est un coefficient de perte de charge.

## APPLICATION AU COLMATAGE

### Formation du colmatage

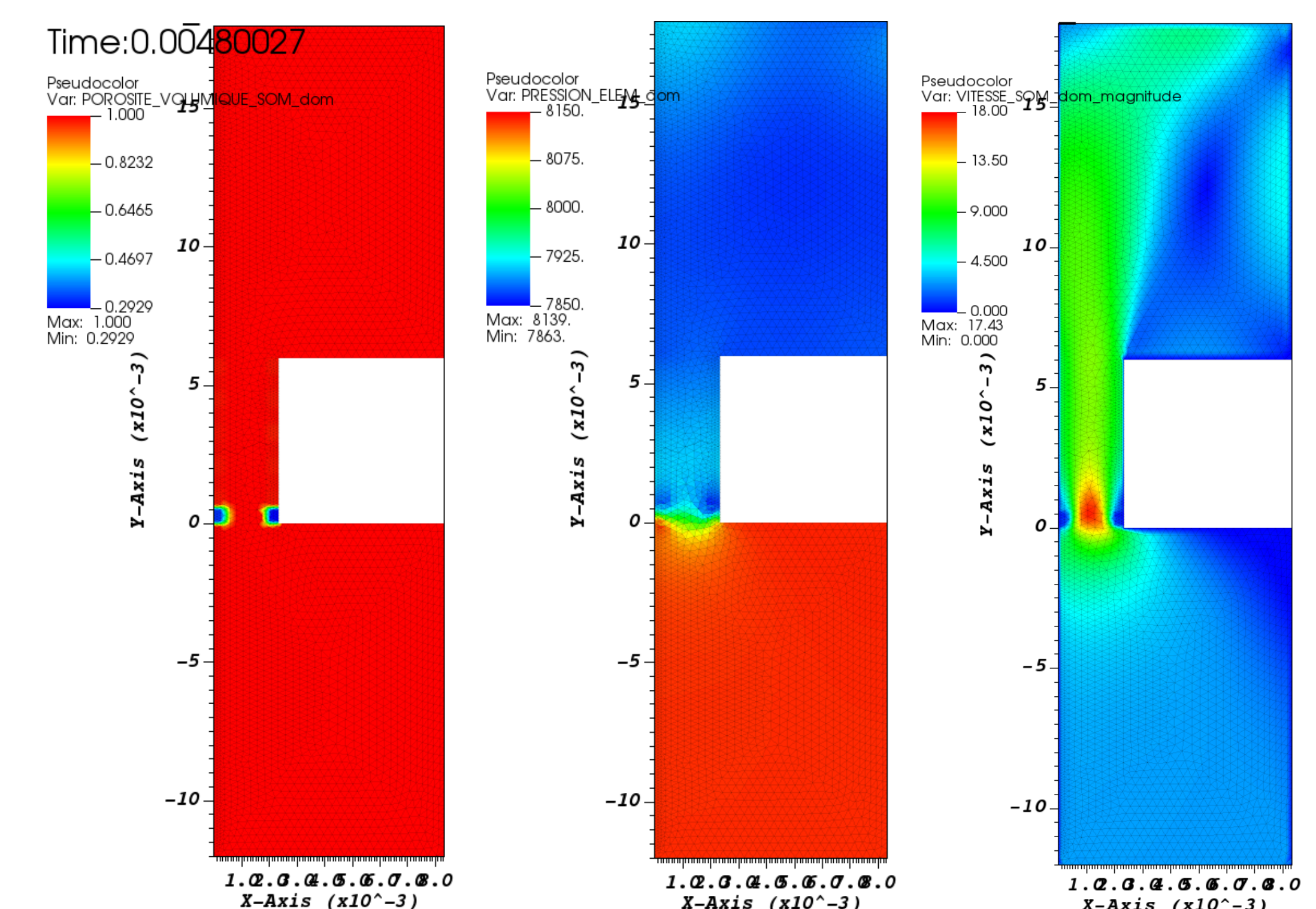
- L'eau du circuit secondaire contient des espèces parasites. Différentes réactions chimiques non désirées se produisent.
- Un précipité se forme entre la plaque entretoise et tube en U.
- Il y a une modification des caractéristiques de l'écoulement à cause du précipité.



### Modélisation

- Apparition d'un bourrelet au niveau du passage de la plaque entretoise.
- La vitesse diminue dans la zone poreuse.
- Il y a un phénomène de perte de charge.

### Porosité, pression et vitesse obtenue par la simulation

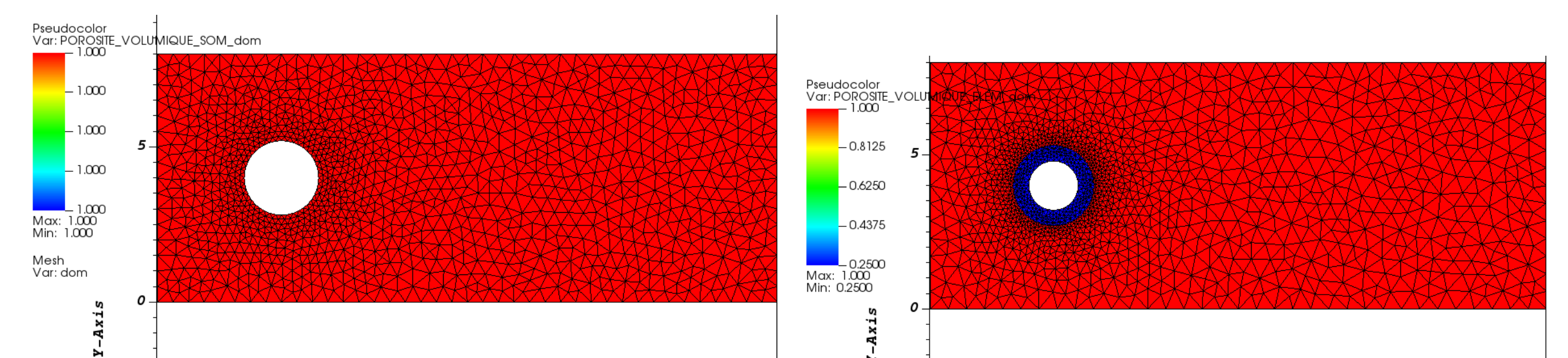


### Validation de la méthode pour la thermohydraulique

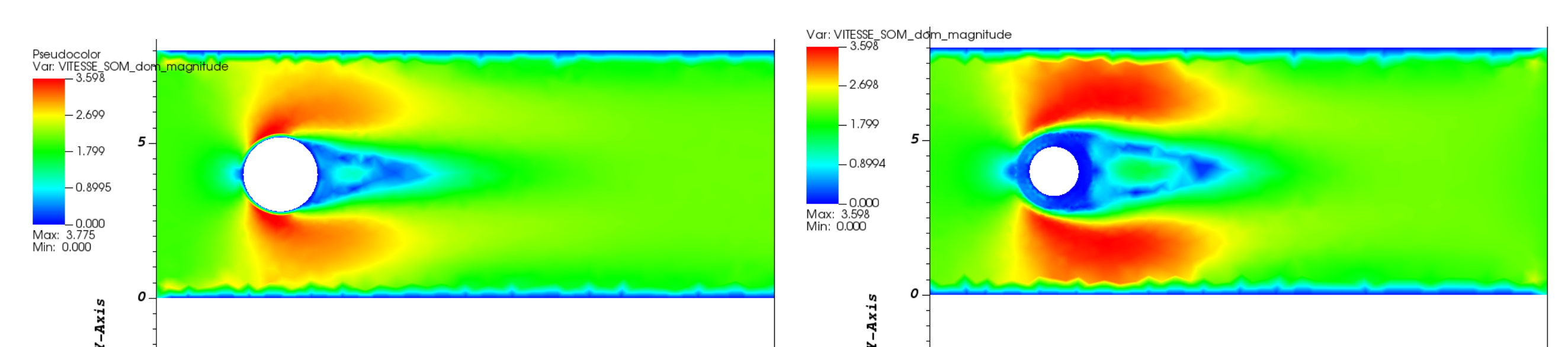
- La méthode est appliquée aux cas tests usuels de TrioCFD.
- Une partie du solide présent dans le cas test est moyennée grâce à une porosité faible.
- Les cas étudiés sont les cas de Vena Contracta, Venturi, Marche et Cylindre dans un canal.

### Géométrie du cas cylindre dans un canal

(cas de référence à gauche, à droite cas avec la méthode poreuse)



### Vitesse du cas cylindre dans un canal



- La méthode utilisée dans le cas des plaques entretoises montre des différences entre le cas test de référence et celui utilisant la méthode.