

## Un stand pour présenter le modèle THM pour un écoulement compressible monophasique

Jad DABAGHI, ESILV - Nantes      Frédéric GRONDIN, GeM - Nantes  
Mayssam MOHAMAD, LMJL, GeM - Nantes      Mazen SAAD, LMJL - Nantes

Dans ce stand, nous présenterons un modèle Thermo-Hydro-Mécanique (THM) pour des écoulements monophasiques du dihydrogène (H<sub>2</sub>) compressible dans un milieu poreux. Le but est d'étudier la faisabilité du stockage sous-marin, dans une cavité cimentaire, du dihydrogène extrait de l'électrolyse de l'eau, afin de répondre aux nouvelles ambitions de la France en matière de transition énergétique et d'apporter une solution à la surproduction d'électricité des parcs éoliens en mer. Cependant, après l'infiltration de l'hydrogène dans les matériaux, certaines complications apparaissent comme la dégradation chimique, les endommagements structurels et la réduction de la résistance, qui augmentent le risque de fuites. Notre objectif est de prévenir ces problèmes et d'assurer un stockage sûr et efficace.

A partir de [1] et [2], nous proposons un modèle Thermo-Hydro-Mécanique décrivant un écoulement gazeux monophasique compressible non-isotherme dans un milieu poreux caractérisé par de faibles déformations, déplacements et variations de la porosité. Des lois de comportement thermo-poro-élastiques isotropes linéaires sont considérées pour le squelette en supposant de faibles variations de température autour de la température de référence  $T_{ref}$  et un équilibre thermique est supposé entre le fluide et le squelette. Le modèle THM est constitué d'un système d'équations aux dérivées partielles paraboliques non linéaires qui représentent la conservation de la masse du fluide, la conservation de l'entropie du fluide sous déformation mécanique réversible et l'équation de la conservation du moment où les principales inconnues sont la pression du fluide, la température du fluide et le déplacement du squelette.

L'étude est divisée en trois parties. Dans un premier temps, nous établissons des estimations d'énergie pour l'écoulement compressible. Cette étape consiste à multiplier le système d'équations par des fonctions tests non linéaires, dépendantes des solutions, ce qui garantit la bornitude des solutions (pression, température, entropie, déplacement) sous certaines hypothèses. Ces résultats généralisent ceux obtenus dans [2] dans le cas incompressible.

Dans un second temps, nous nous concentrons sur l'analyse numérique du modèle THM. En nous inspirant des travaux de [4] et [3], nous proposons un schéma implicite d'Euler implicite en temps et un schéma volumes finis de type TPFA (Two Points Flux Approximation). Nous démontrons ensuite que les estimations d'énergie sont préservées dans le cas discret.

Enfin, la troisième partie est dédiée à la simulation numérique de ces écoulements. Les tests numériques en dimension un montrent l'efficacité du schéma proposé.

- [1] O. Coussy. *Poromechanics*. Wiley, 2004.
- [2] R. M. J. Droniou, M. Laaziri. *Discretisations of mixed-dimensional thermo-hydro-mechanical models preserving energy estimates*. Journal of Computational Physics, 2024.
- [3] A. S. M. K. Bouadjila, A. Mokrane. *Numerical analysis of a finite volume scheme for two incompressible phase flow with dynamic capillary pressure*. Computers and Mathematics with Applications, 2018.
- [4] B. Saad. *Modélisation et simulation numérique d'écoulements multi-composants en milieu poreux*. Ph.D. thesis, Ecole Centrale de Nantes, 2011.