
Modélisation thermo-hydro du système géothermal actif de Larderello (Toscane, Italie) : rôle des failles sur les circulations de fluides chauds

Carla Lagardère^{*1}, Damien Do Couto¹, Anne Verlaguet¹, Laurent Jolivet¹, Sylvie Leroy¹, and Gianluca Gola²

¹Institut des Sciences de la Terre de Paris – Sorbonne Université, Centre National de la Recherche Scientifique, CY Cergy Paris Université – France

²CNR Istituto di Geoscienze e Georisorse – Italie

Résumé

La ressource géothermique, en plein essor depuis plusieurs décennies, est un enjeu clé pour la transition énergétique globale. En particulier, les systèmes géothermaux de haute température (SGHT ; $> 120^{\circ}\text{C}$) permettent une production à la fois de chaleur et d'électricité, d'où leur exploitation croissante dans de nombreuses régions comme l'Italie, Taïwan, ou les Antilles. Ces SGHT se localisent généralement dans des contextes extensifs actifs, caractérisés par un fort gradient géothermique lié à l'amincissement crustal et souvent au plutonisme associé. L'extension est généralement accommodée par des détachements d'échelle crustale, des failles normales et décrochantes. La compréhension du rôle des structures tectoniques superficielles et profondes sur la circulation des fluides chauds (sortie) et froids (recharge) est une problématique majeure pour mieux cibler et exploiter la ressource géothermique, d'autant que leur fonctionnement évolue avec le temps. Ici, nous proposons une étude du système géothermal actif de Larderello (Toscane, Italie), situé dans le domaine arrière-arc de la chaîne des Apennins. Cette zone est en extension depuis $\sim 35\text{Ma}$ en raison du retrait du slab adriatique vers l'est, provoquant la migration de la déformation, accommodée par de nombreuses failles normales et de potentielles zones de transfert. L'approche choisie est la modélisation 3D des circulations de fluides couplées au transfert de chaleur sur COMSOL Multiphysics à partir d'un modèle géologique PETREL simplifié. Une étude paramétrique est réalisée afin de mettre en avant l'importance du choix des propriétés pétrophysiques et thermiques du système sur la connectivité entre les réservoirs et la circulation des fluides au sein des couches et failles. Plusieurs scénarios sont ensuite testés : l'existence de failles décrochantes, des épisodes magmatiques successifs et l'apport latéral de masses d'eau. Le modèle temporel le plus adéquat est finalement proposé, soulignant des processus de convection à plusieurs échelles dans ce système, en particulier associés aux failles. Les résurgences de fluides et le flux de chaleur actuel de la zone sont ainsi expliqués en partie par l'existence de ces failles. Ce projet participe à mieux appréhender le fonctionnement des SGHT, à mieux évaluer et identifier le potentiel géothermique et les zones à cibler, pour continuer le développement de l'exploitation géothermique.

Mots-Clés: Systèmes géothermaux, modélisation numérique, failles, circulation de fluides, transfert de chaleur

*Intervenant