

## Résumé

L'étude du transfert de chaleur et de masse dans les milieux poreux saturés et insaturés fortement chauffés à leur surface possèdent de nombreuses applications, notamment en archéologie, en agriculture et en géothermie.

La première partie de ce travail concerne l'amélioration de la méthode AHC (Accumulation de chaleur latente) qui permet de traiter le changement de phase, dans un milieu homogène : l'intervalle de changement de température au moment du changement de phase apparaît comme un paramètre important, et il doit être choisi proportionnel à la taille des mailles. Des résultats à la fois précis et lisses sont obtenus grâce à un raffinement du maillage localisé près de l'interface de changement de phase.

La deuxième partie se rapporte à l'estimation des propriétés thermophysiques du sol par problème inverse à l'aide de données à la fois synthétiques et expérimentales. La méthode de Gauss-Newton avec relaxation et l'algorithme de Levenberg-Marquardt sont utilisés pour résoudre le problème inverse. Le choix de l'intervalle de température de la méthode AHC apparaît crucial : la convergence n'est obtenue parfois qu'au prix d'un enchaînement de plusieurs problèmes inverses.

La troisième partie présente un modèle simple pour calculer la conductivité thermique effective d'un milieu granulaire contenant une faible quantité d'eau liquide. La forme exacte de ces ménisques est calculée à l'équilibre. Les résultats montrent un phénomène très net d'hystérésis quand on étudie la variation de la conductivité thermique effective en fonction de la quantité d'eau liquide ; un futur travail concernant un nouveau modèle insaturé, limité au cas du régime pendulaire et présenté à la fin de cette thèse, devrait pouvoir utiliser ces résultats.

## Abstract

In this work, we are interested in studying heat and mass transfer in water saturated and unsaturated porous medium with a strong heating at the surface. Applications concerned are archaeology, agriculture and geothermal engineering.

The first part of this work concerns the improvement of the AHC (Apparent Heat Capacity) method used in the numerical resolution of phase change problem in a homogeneous medium: the phase change temperature interval, over which the heat capacity varies, appears as a key parameter which must be chosen proportional to the mesh size. Accurate and smooth results are obtained thanks to a local refinement of the mesh near the phase change interface.

The second part is about the estimation of the thermophysical properties of the soil by inverse problem using both synthetic and experimental data. The Damped Gauss-Newton and the Levenberg-Marquardt algorithms are used to solve the problem. In relation with the AHC method, the choice of the phase change temperature interval caused convergence problems which have been fixed by chaining many inverse problems. The obtained results show good convergence to the desired solution.

The third part presents a simple model to calculate the effective thermal conductivity of a granular medium which contains a small quantity of liquid water. The exact shape of the liquid menisci between the grains is calculated at equilibrium. The effective thermal conductivity experiences a hysteresis behavior with respect to the liquid volume. A future work that concerns a new unsaturated model, restricted to the pendular regime and detailed at the end of this thesis, should be able to use this result.