

# Hou10ni

## Pour simuler la propagation d'ondes sismiques

Les entreprises qui s'intéressent au sous-sol terrestre – comme par exemple les entreprises impliquées dans la géothermie profonde - **ont besoin de comprendre le phénomène de propagation d'ondes dans ce milieu.** Ceci est important pour

comprendre les effets de leurs actions sur le sous-sol, et pour identifier le meilleur emplacement pour les capteurs, que ce soit en phase de prospection et reconnaissance de sites potentiels, ou pendant l'exploitation afin de voir comment le sous-sol évolue. Dans les cas où :

- les milieux sont hétérogènes – c'est-à-dire, les propriétés physiques du milieu ne sont pas les mêmes en tout point de l'espace étudié ;
- la topographie est accidentée ;
- la physique des phénomènes étudiés est complexe ;

ceci demande le développement de modèles suffisamment sophistiqués afin que tous ces éléments puissent être pris en compte.

# Géosciences

# Géothermie

# Modélisation mathématique

# Equations d'ondes



### SOLUTION

Le logiciel Hou10ni permet la simulation en 2D ou 3D de la propagation d'ondes acoustiques et élastiques en milieux hétérogènes. Hou10ni prend en compte à la fois les phénomènes temporels et fréquentiels, en offrant ce choix à l'utilisateur avec un même outil.



### BÉNÉFICES

**Plus précis**, que ce soit dans la prise en compte des aspects temporels ou harmoniques.

**Plus rapide** : en termes de temps de calcul de la simulation. Le code est parallèle.

**Adaptable** à différents types de sous-sol : solide, rocheux, sableux.... Et en modélisant différents types de gaz ou liquides (physique complexe).

**Plus économe** : en termes de temps et d'espace mémoire. Pour modéliser les ondes acoustiques, Hou10ni considère la formulation en pression et non pas en vitesse-pression, ce qui se traduit pour l'industriel en un gain de temps et d'occupation de la mémoire. De même, pour modéliser les ondes élastiques, Hou10ni considère la formulation en vitesse et non pas en vitesse- contraintes, apportant ainsi le même bénéfice pour l'industriel.



## AVANTAGES CONCURRENTIELS

- ▶ **Plus performant** : par rapport à des logiciels qui se basent sur des méthodes de type différences finies ou éléments finis de bas degré, Hou10ni sera plus performant pour le même temps de calcul. Réciproquement, il obtiendra la même performance en moins de temps.
- ▶ **Plus modulable** : par rapport à des solutions existantes comme FreeFEM, ou deal.II, par exemple, qui sont des logiciels génériques. La modularité facilite la modification du code et l'adaptabilité au métier.
- ▶ **Plus simple à utiliser** : par rapport à FreeFEM et deal.II, Hou10ni permet d'insérer plus facilement dans le modèle les données concernant les caractéristiques du milieu. De plus, la librairie est moins « lourde » en nombre de lignes et de sous-fonctions. Le code est donc plus lisible et la prise en main plus simple.



## CAS D'USAGES

- Sismologie** : analyse de la propagation d'ondes sismiques
- Géothermie** : études et exploration pour la géothermie

### Description technique :

#### Méthodes utilisées :

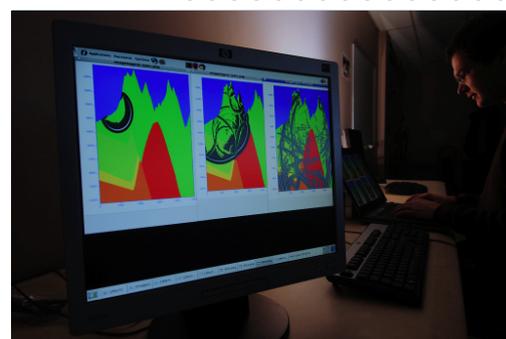
- Méthode de Galerkin Discontinue avec Pénalité Intérieure (IPDGM)
- Méthode de Galerkin Discontinue Hybridable (HDGM)
- Calcul scientifique 3D haute résolution
- Maillage
- Méthode d'élément finis d'ordre élevé

#### Applications :

- Licences : Open Source (CeCILL-C)
- Langage : Fortran 90
- Environnement logiciel d'exécution : Linux (testé)
- Maturité : Démonstrateur réalisé

#### Propriétaire :

Inria



*Inria*

**Service Transfert, Innovation et Partenariats**  
stip-bso@inria.fr - Tél. : +33 5 24 57 40 00  
Centre de Recherche Inria Bordeaux - Sud-Ouest  
200 Avenue de la Vieille Tour 33405 Talence