

Inversion of synthetic Electrical Resistivity Tomography experiments for the characterization of fractured rocks

Cédric Champollion¹, Delphine Roubinet², and Batyste Perrin³

¹Geosciences Montpellier - Montpellier Université

²CNRS - Geosciences Montpellier

³CNRS - Géosciences Montpellier

November 21, 2022

Abstract

Electrical Resistivity Tomography (ERT) experiments are widely used for characterizing the natural environment because they easily provide a large number of data on a large extent and at various depths. These experiments are usually interpreted with forward models and inversion strategies that are well suited for equivalent porous medium representations. Dealing with fractured rocks requires using specific forward models, which are able to simulate the propagation of electric current flow in fracture networks that are embedded in conductive matrix-rock. Although such models have been recently developed, their integration into inversion strategies, and the definition of the inversion framework are still challenging. Here, we will start by showing how simple cases such as a single horizontal and vertical fracture can be handled by assuming the fracture position as known and inverting the fracture connectivity. We will then extend this to a regular network of fracture segments and will analyze various metrics of the inversion procedure, such as the convergence rate, resolution and depth of investigation. We will also discuss how defining prior information to improve the stochastic inversion strategy and future coupling with other characterization methods.

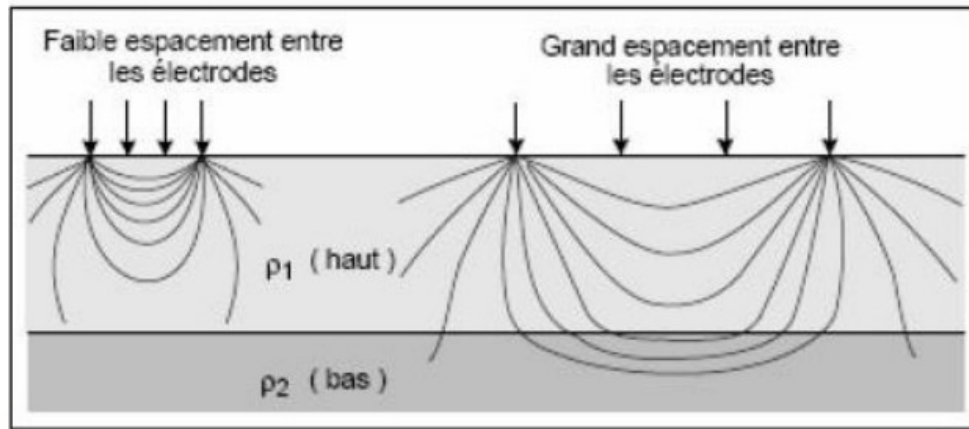
Modélisation et inversion d'hétérogénéités discrètes en géophysique: fractures et tomographie de résistivité électrique

*Cédric Champollion, Delphine Roubinet, Batyste Perrin
(Géosciences Montpellier)*

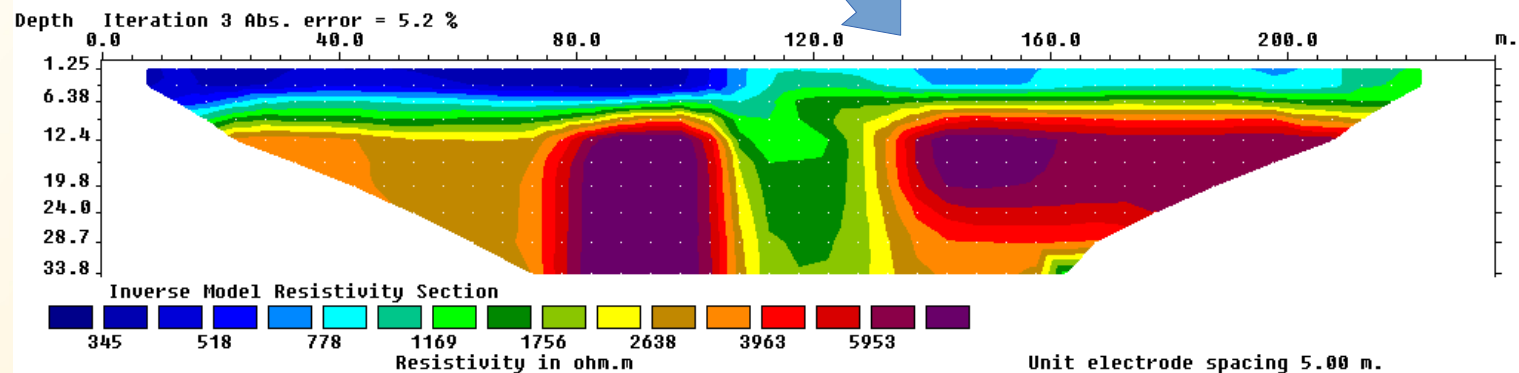
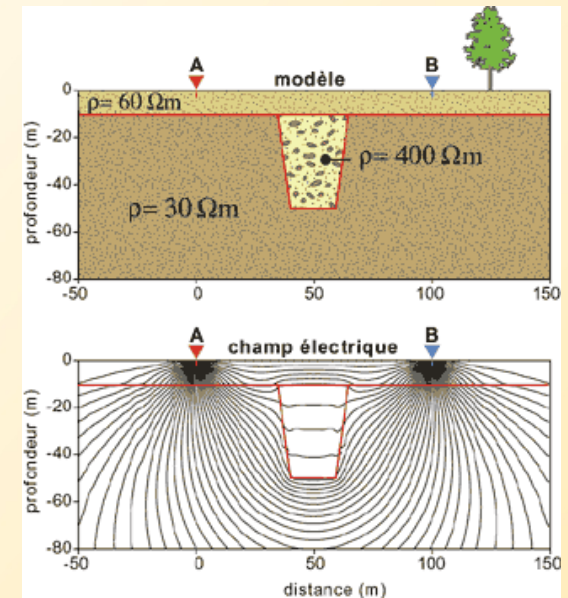
Importance des éléments discrets 1d ou 2d en géosciences



Imagerie géophysique: exemple de la tomographie électrique (1)



Loi d'Ohm



De la non prise en compte des fractures

(1) Le modèle

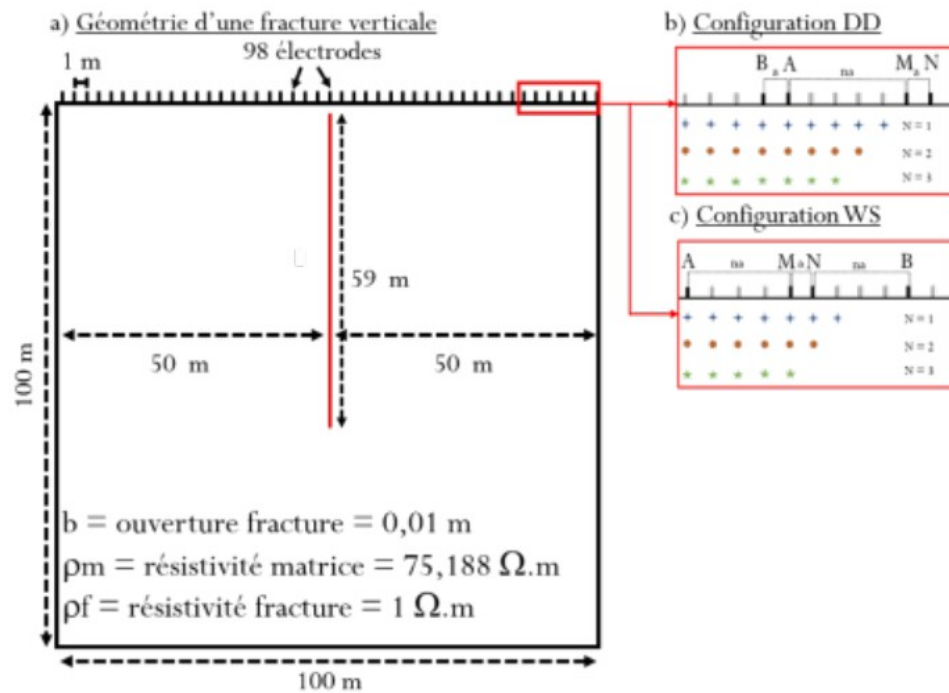
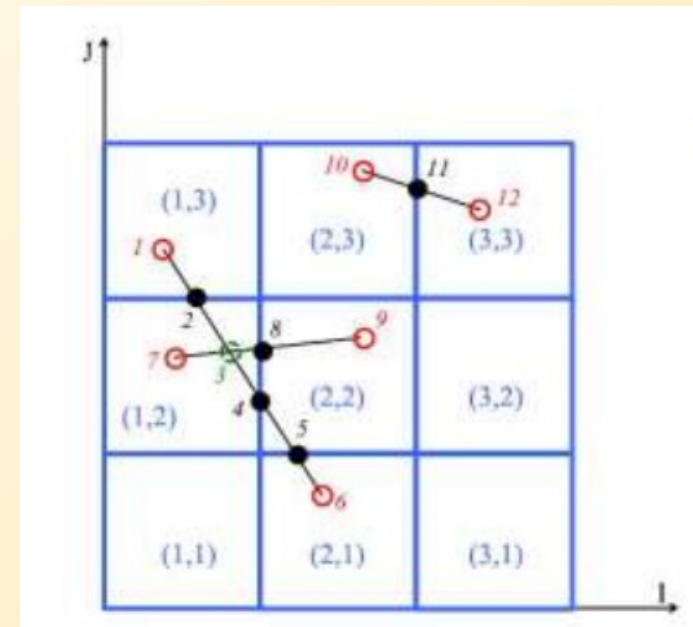


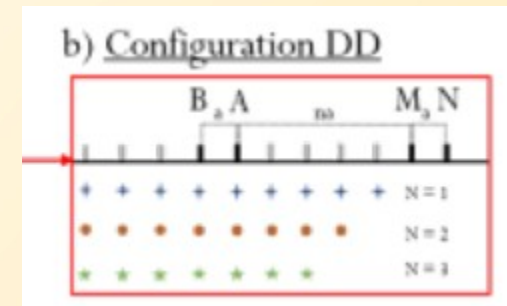
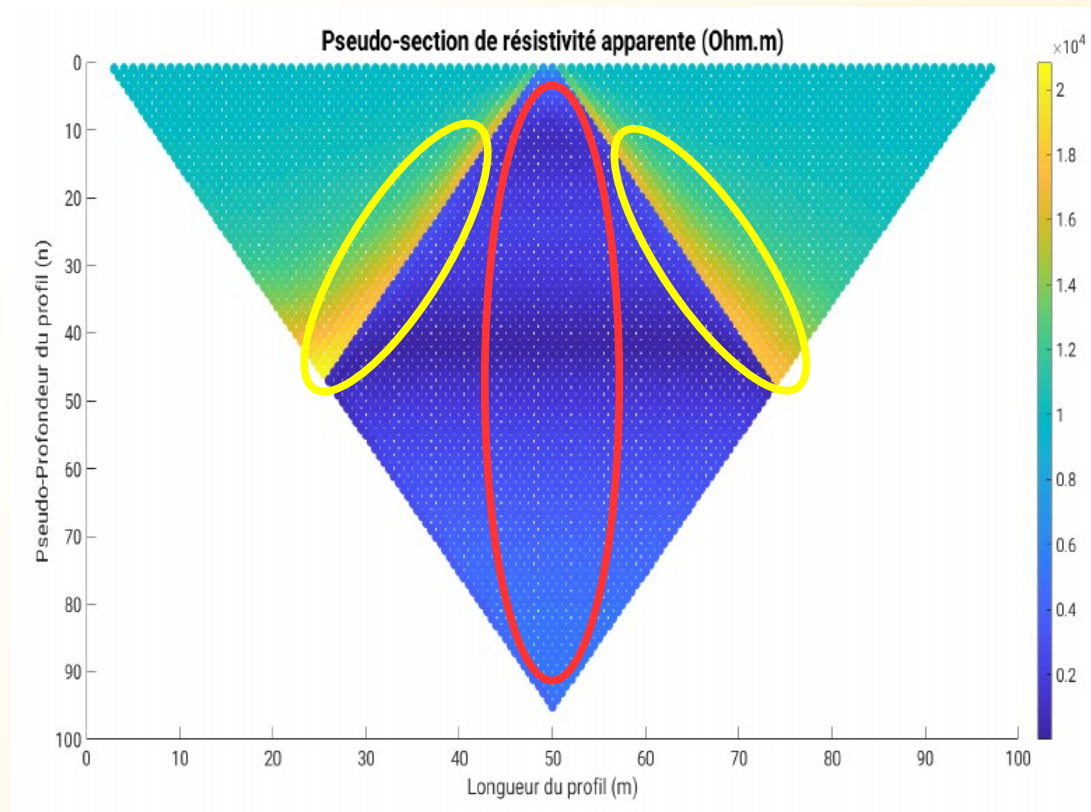
Figure 7 : (a) Géométrie du domaine comportant une fracture verticale. Configuration des électrodes (b) Dipôle-Dipôle et (c) Wenner-Schlumberger.



Roubinet et al., 2018

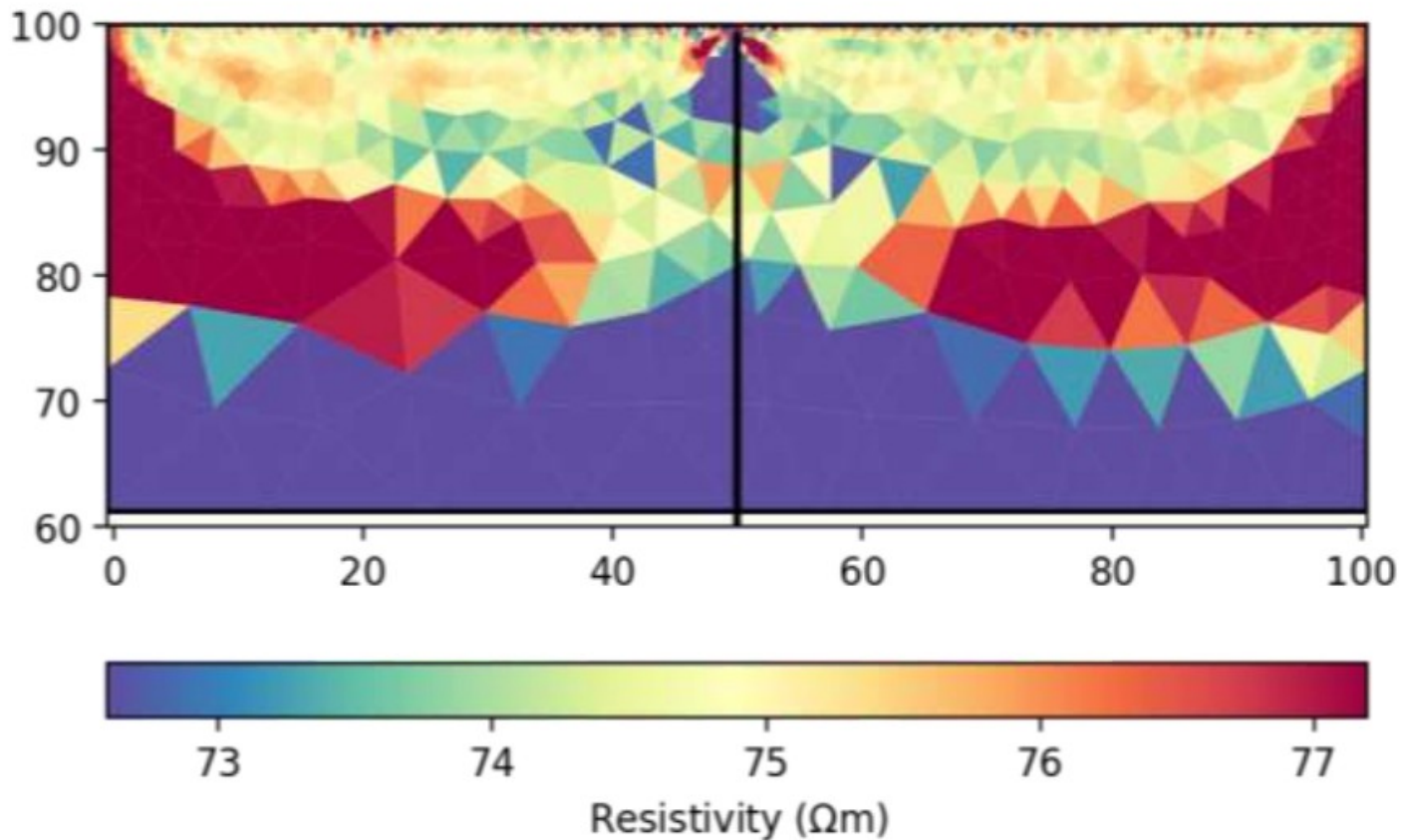
De la non prise en compte des fractures

(1) Simulation données 2.5D DFN



De la non prise en compte des fractures

(3) L'inversion "matricielle"



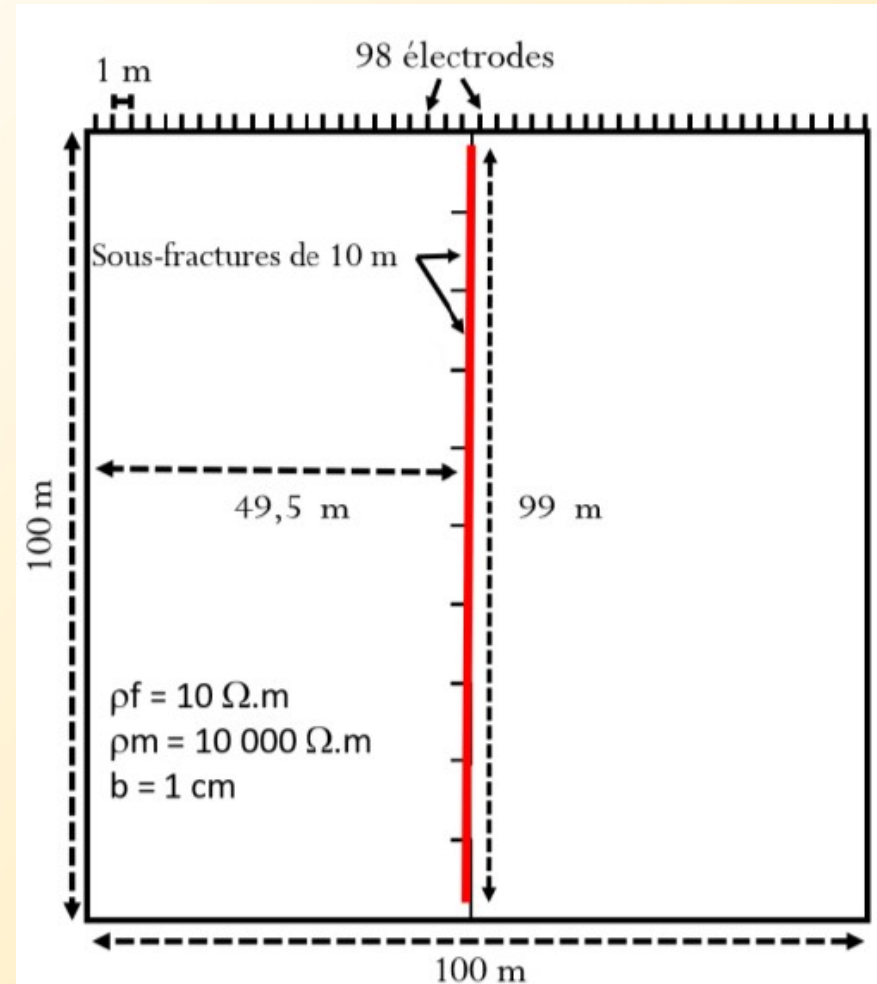
Vers une inversion des éléments discrets

Problématique:

- Modèle direct non linéaire (intersection de fractures) et coûteux (~5 min).
- Grand nombre de paramètres (position et géométrie, ouverture, conductivité électrique).

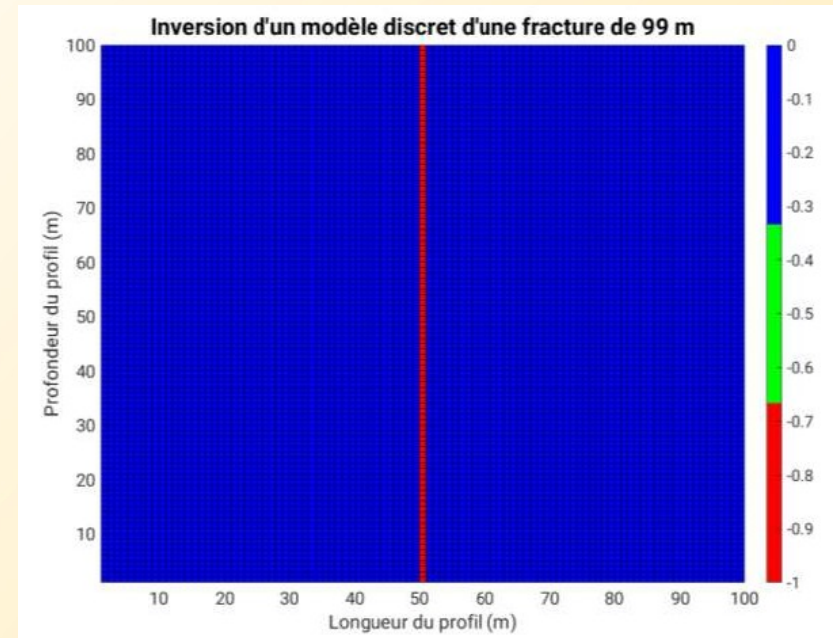
Premières inversions synthétiques (MCMC / stage M2)

- modèle: 1 seule fracture verticale.
- paramètres: 10 sous-fractures verticales seulement



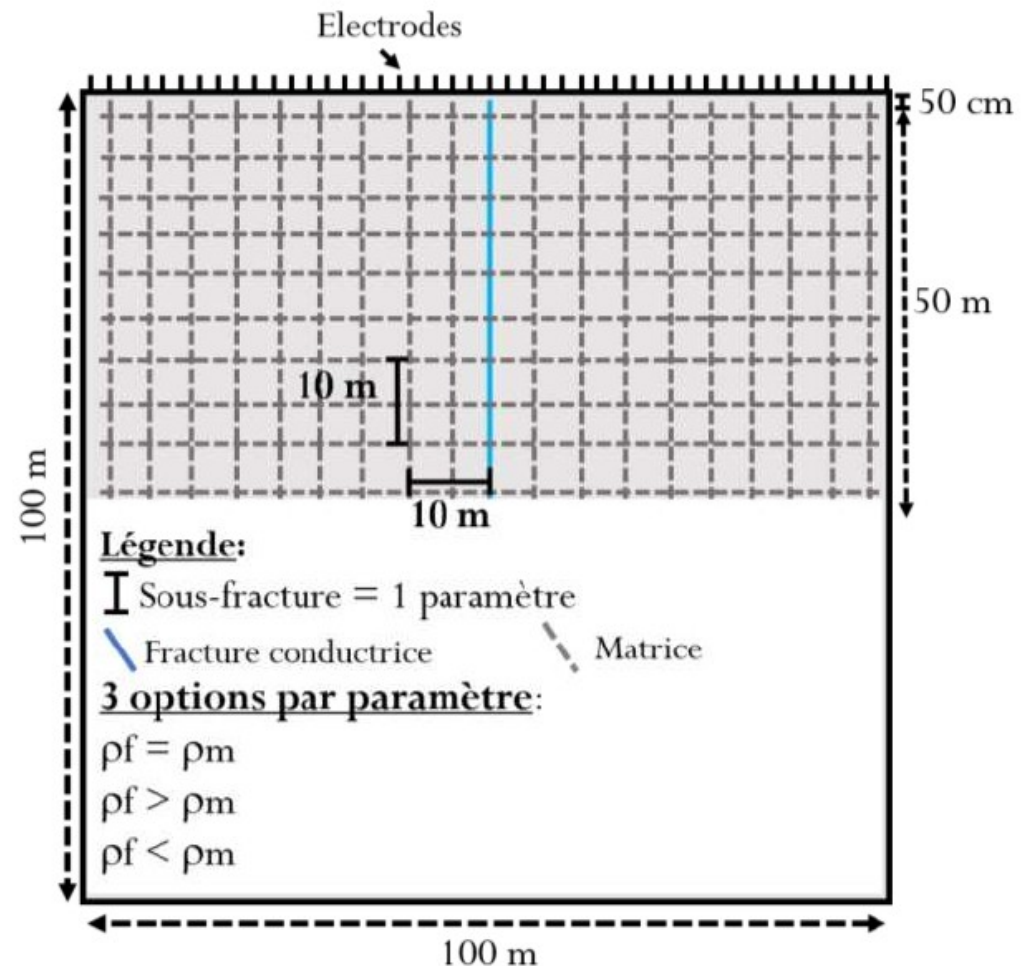
Premières inversions synthétiques (MCMC / stage M2)

- modèle: 1 seule fracture verticale.
- paramètres: position ou conductivité des 10 sous-fractures verticales.



Vers des inversions plus réalistes

- paramètres:
réseau de fractures
verticales et
horizontales
- ici: 195
paramètres ...



Pour aller plus loin

- **Convergence plus rapide:** simplex ou autre → collaboration possible
- A terme **inversion transdimensionnelle:** inverser le nombre de paramètres (nombre de fractures) → collaboration nécessaire
- A terme **couplage** entre imagerie et processus hydrodynamiques → ERT + traçage.

Merci de votre attention

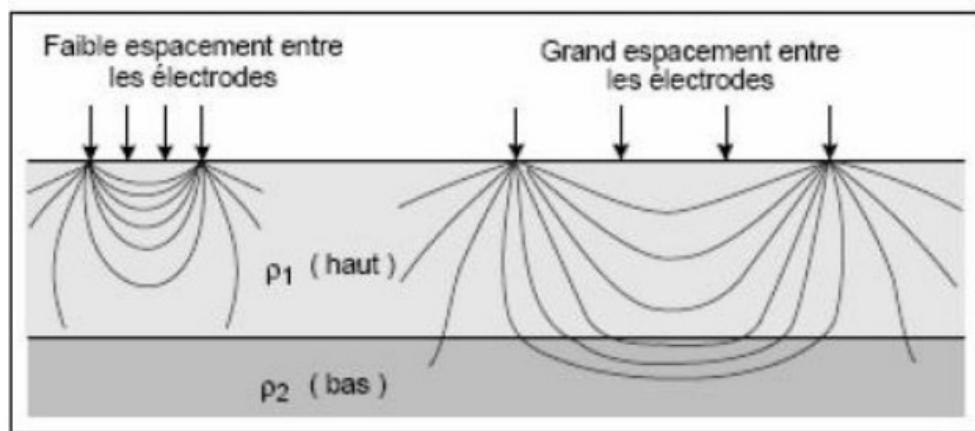
Modélisation et inversion d'hétérogénéités discrètes en géophysique: fractures et tomographie de résistivité électrique

*Cédric Champollion, Delphine Roubinet, Batyste Perrin
(Géosciences Montpellier)*

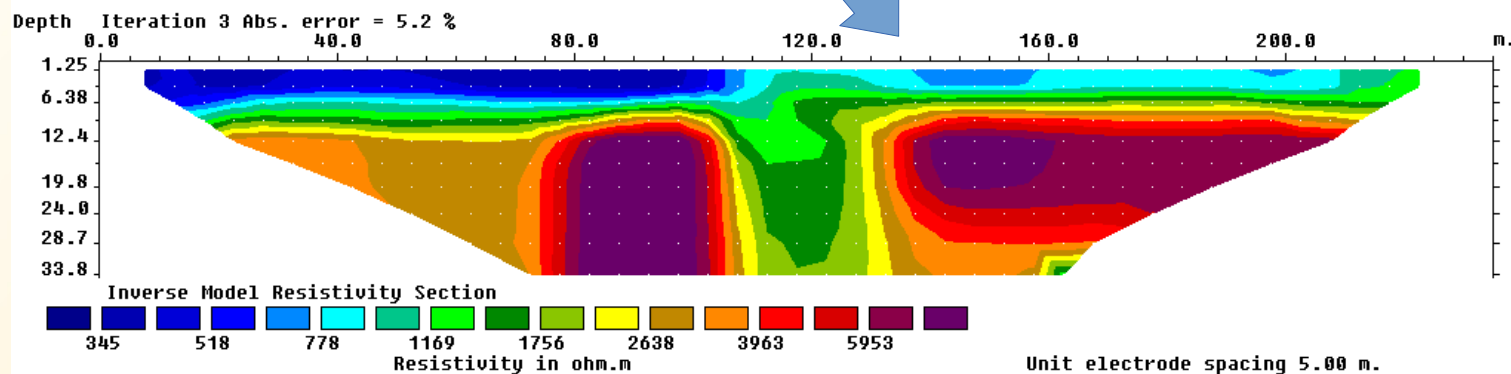
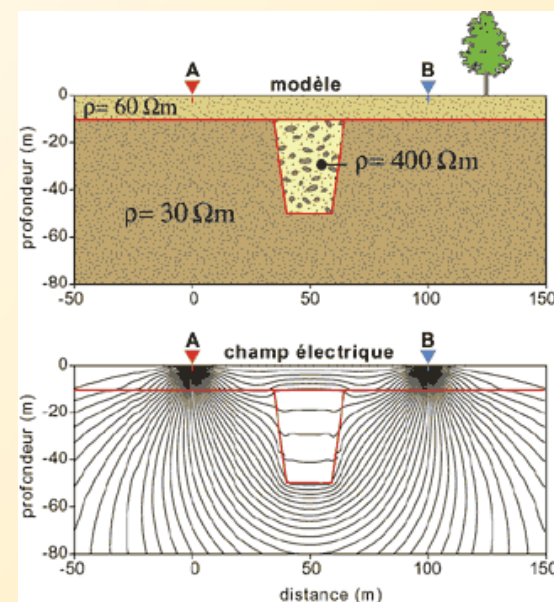
Importance des éléments discrets 1d ou 2d en géosciences



Imagerie géophysique: exemple de la tomographie électrique (1)



Loi d'Ohm



De la non prise en compte des fractures

(1) Le modèle

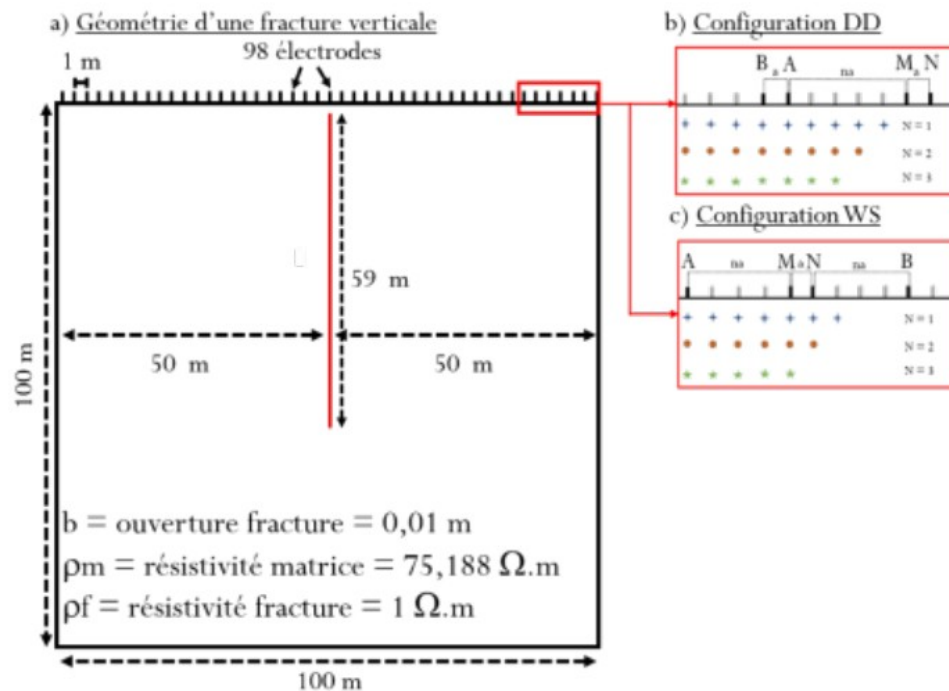
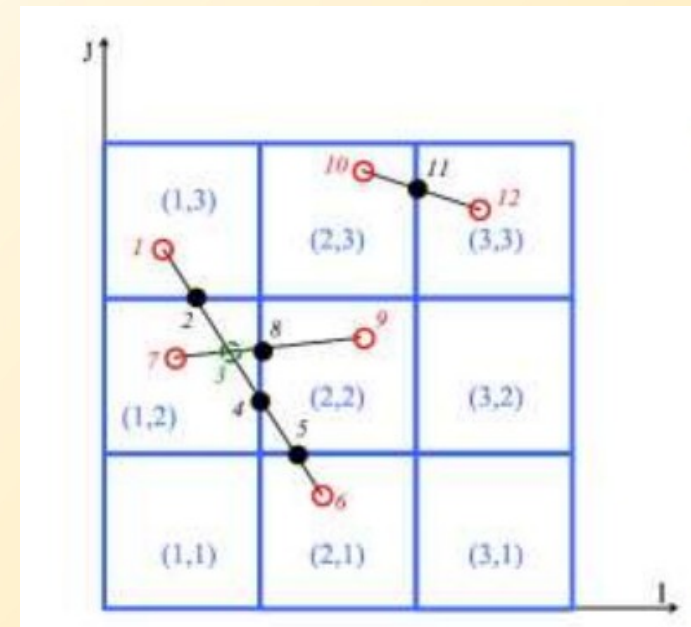


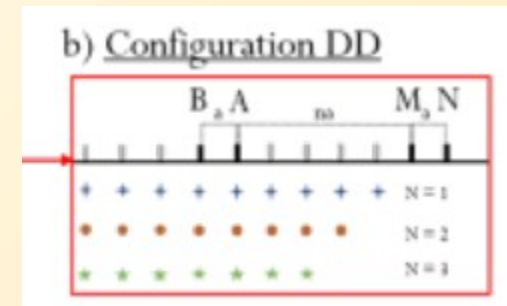
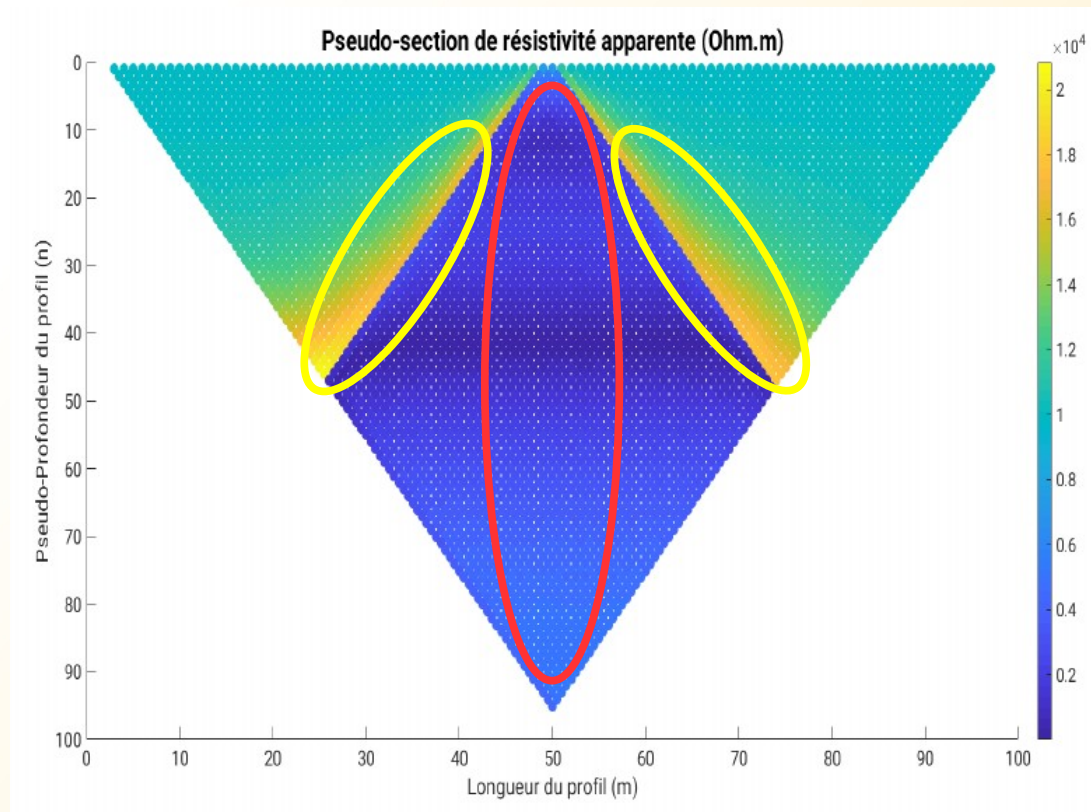
Figure 7 : (a) Géométrie du domaine comportant une fracture verticale. Configuration des électrodes (b) Dipôle-Dipôle et (c) Wenner-Schlumberger.



Roubinet et al., 2018

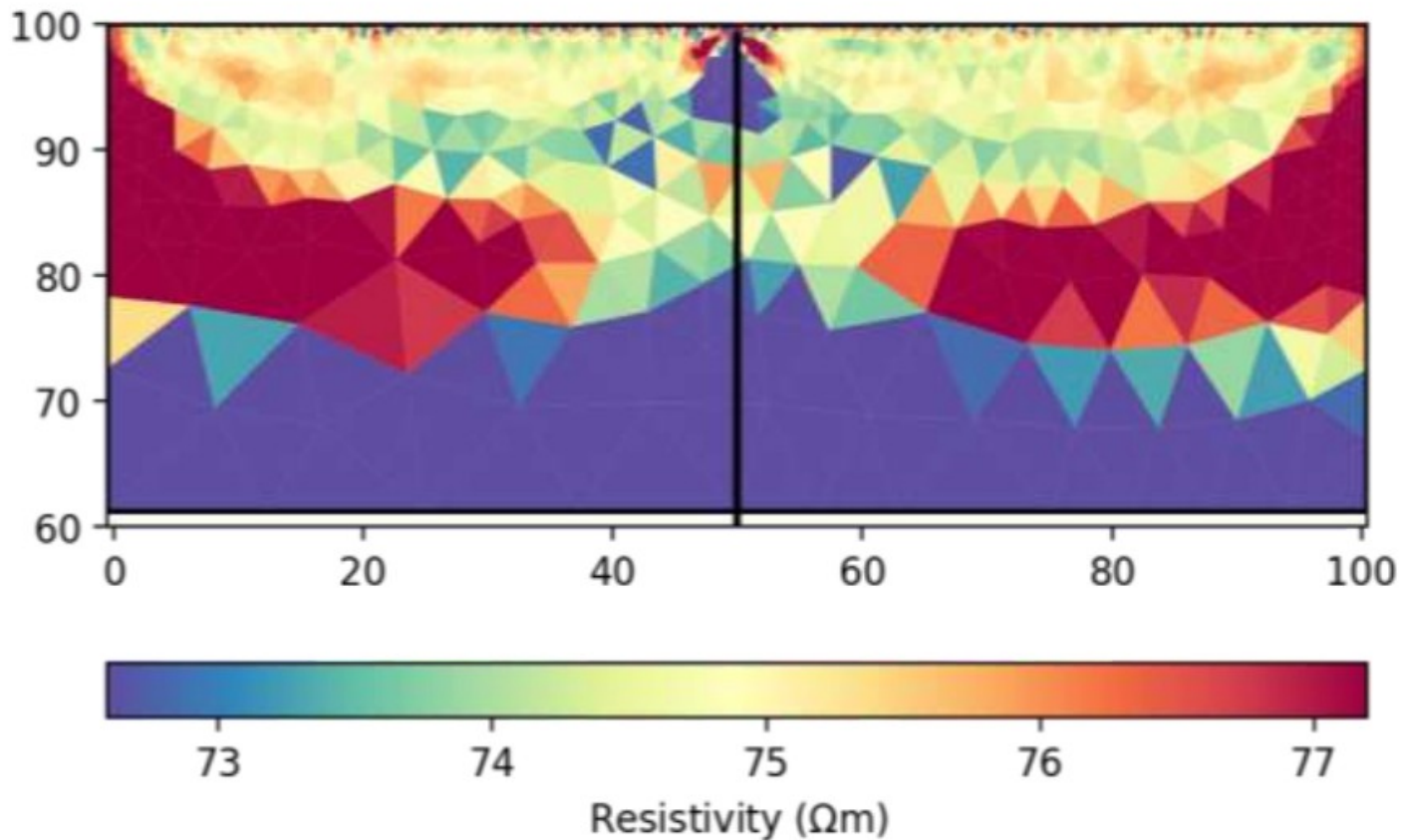
De la non prise en compte des fractures

(1) Simulation données 2.5D DFN



De la non prise en compte des fractures

(3) L'inversion "matricielle"



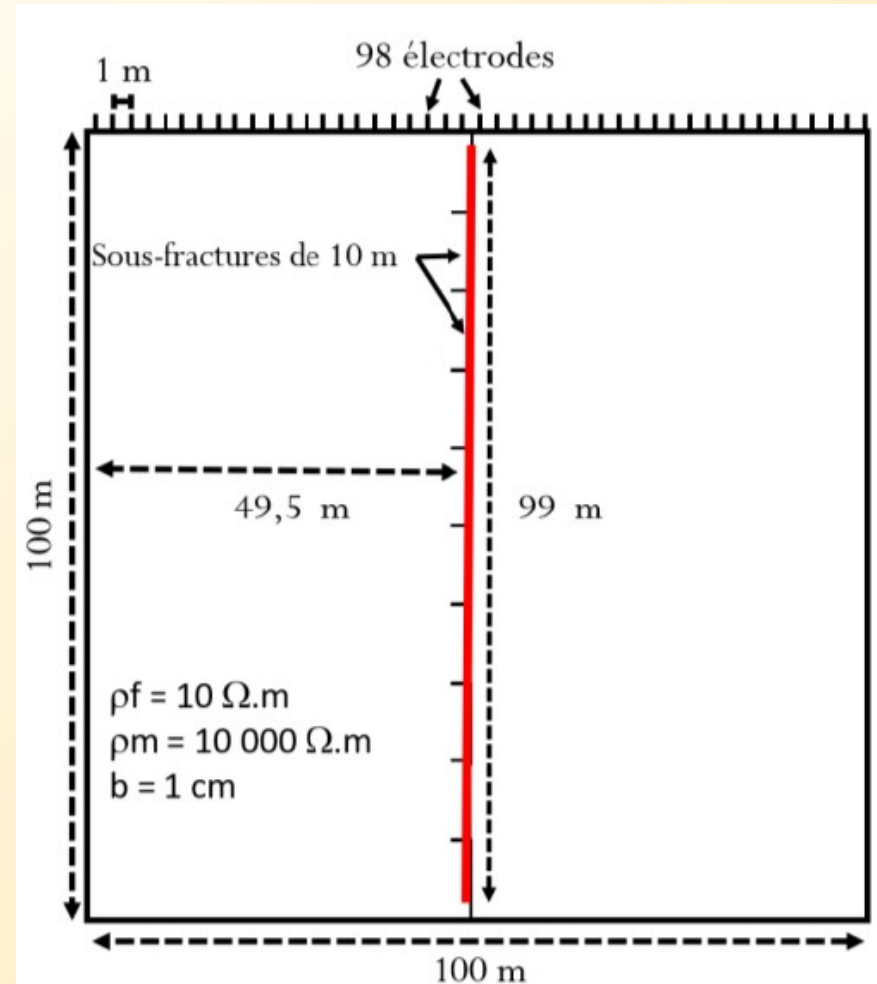
Vers une inversion des éléments discrets

Problématique:

- Modèle direct non linéaire (intersection de fractures) et coûteux (~5 min).
- Grand nombre de paramètres (position et géométrie, ouverture, conductivité électrique).

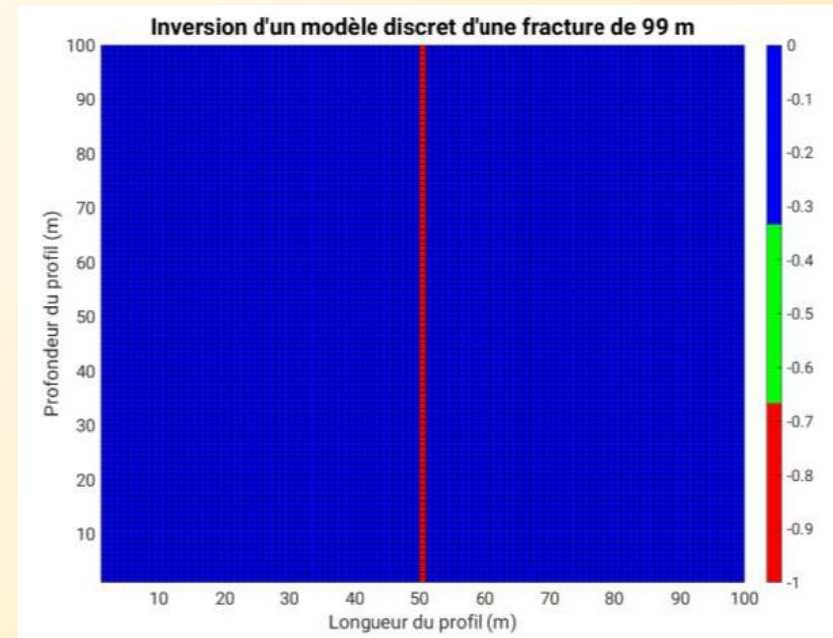
Premières inversions synthétiques (MCMC / stage M2)

- modèle: 1 seule fracture verticale.
- paramètres: 10 sous-fractures verticales seulement



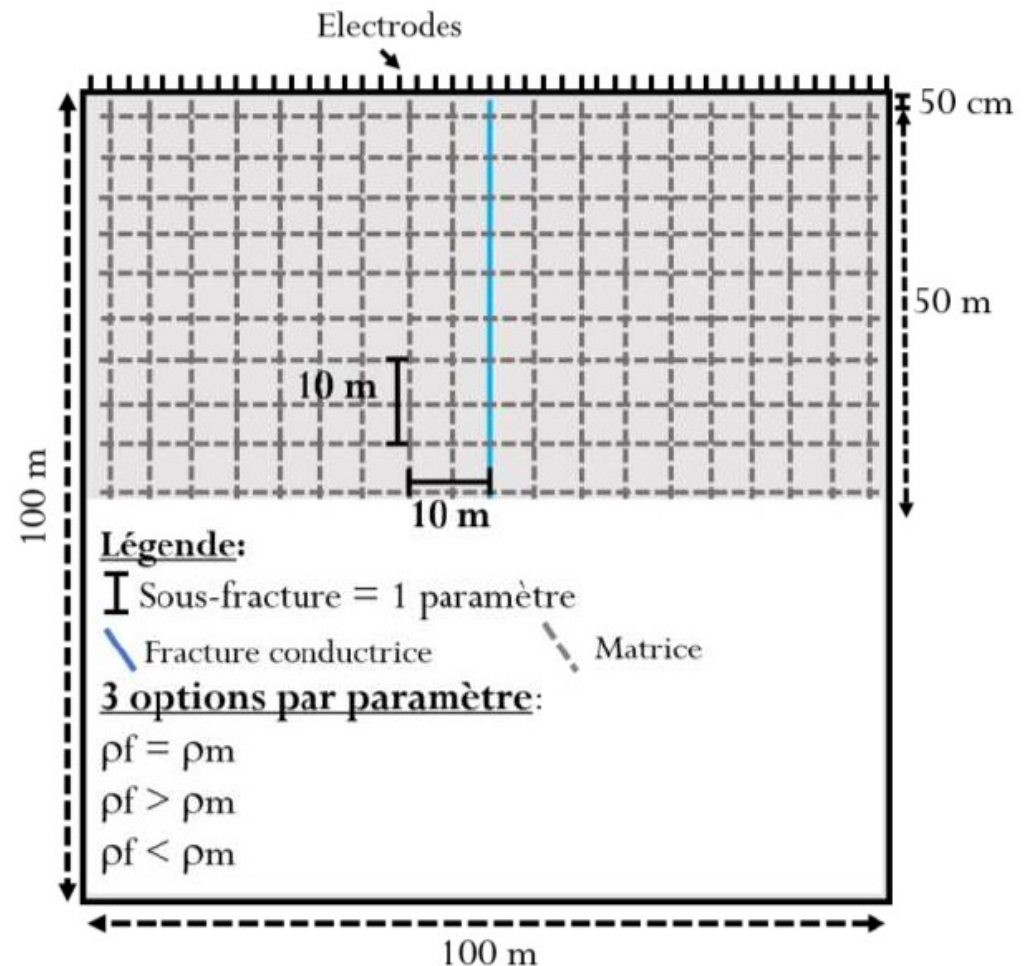
Premières inversions synthétiques (MCMC / stage M2)

- modèle: 1 seule fracture verticale.
- paramètres: position ou conductivité des 10 sous-fractures verticales.



Vers des inversions plus réalistes

- paramètres:
réseau de fractures
verticales et
horizontales
- ici: 195
paramètres ...



Pour aller plus loin

- **Convergence plus rapide:** simplex ou autre → collaboration possible
- A terme **inversion transdimensionnelle:** inverser le nombre de paramètres (nombre de fractures) → collaboration nécessaire
- A terme **couplage** entre imagerie et processus hydrodynamiques → ERT + traçage.

Merci de votre attention