

Détection géophysique des racines vivantes pour prévenir du risque d'érosion des ouvrages hydrauliques (projet DETECINE)

M. VENNETIER, G. SARACCO, L. PEYRAS, B. MARY



S'appuie sur 2 thèses:

* *Caroline Zanetti (2010)*

* *Benjamin MARY (2015)*

et de nombreux masters

Question de fond : quels risques font courir aux ouvrages hydrauliques les racines des arbres ?



*Digués de l'Isère à
proximité de Grenoble*

Des situations très variables :



Systèmes racinaires



*Souche d'un platane
dégagée par une brèche*

*Souche de peuplier
extraite d'une digue*

Le système racinaire d'un gros arbre:

- ◆ Jusqu'à 25 m³ densément occupés
- ◆ Plusieurs km de racines ligneuses
- ◆ Des centaines de km de radicelles
- ◆ Jusqu'à 15 m de profondeur
- ◆ Jusqu'à 70 m d'envergure



*Racine de saule traversant
une digue de part en part*



Risques de dégradation externe

Prise au vent et déracinement



(Photo Zanetti C.)

**Arrachement d'un mélèze
sur une digue**

*Peuplier sur une
digue de Californie*



(Photo Ifft C.)

Risques de dégradation externe

Les racines, même petites, sont destructrices ...

La radicelle d'un gland de chêne qui germe exerce une pression de 12 bars sur une paroi qui la contraint !



... une fois installés, les arbres sont impossibles à enlever sans détruire le parement



Risques de dégradation interne

Décompaction des matériaux.

Décomposition des racines et souches



**Fontis à
l'emplacement
d'une ancienne
souche**



**Renard hydraulique
dans une digue
envahie de racines**



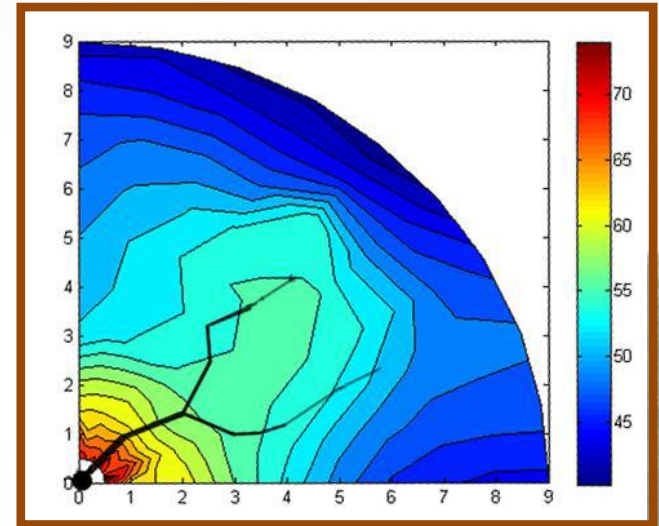
Racine "conduite"

Les Méthodes possibles



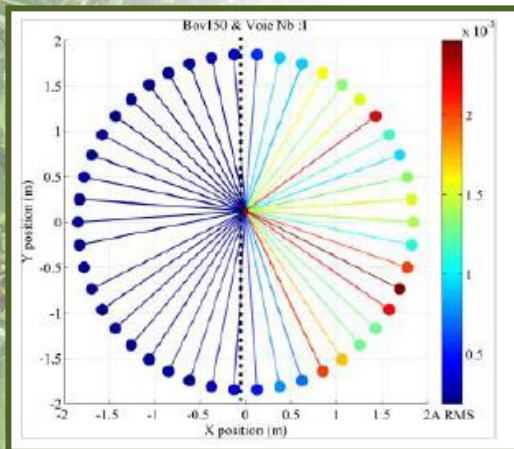
Electriques :

- * résistivité
- * chargeabilité



Acoustiques – sismiques :

- * propagation d'onde
- * déformation d'ondes



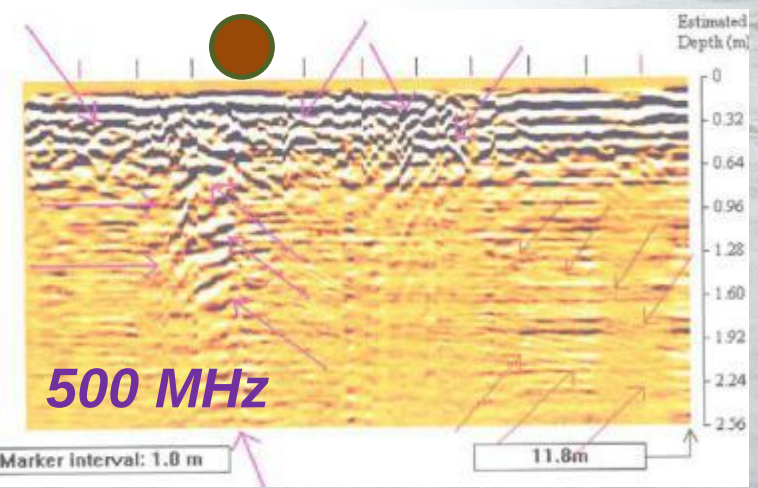
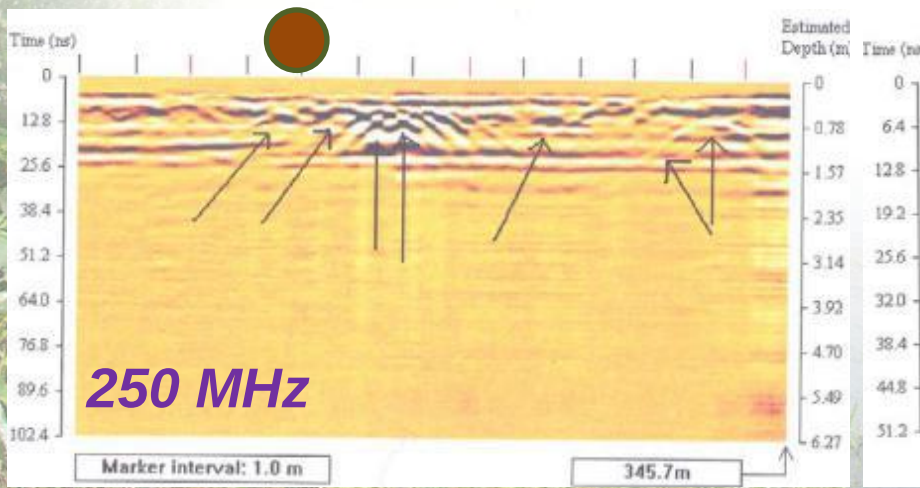
Les Méthodes possibles

Electromagnétiques :

- * champs magnétiques
- * radars (mal adapté aux digues)



Arbre



Les Méthodes utilisées

Electriques

- Résistivité: méthode de masse (2D) / tomographie (3D)
- Polarisation induite: chargeabilité / amplitude / déformation / temporalité

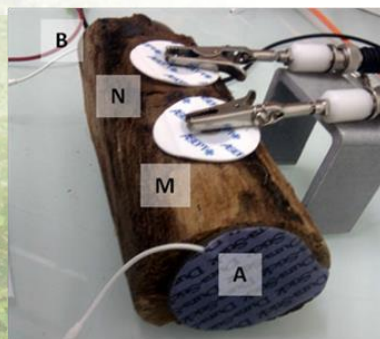
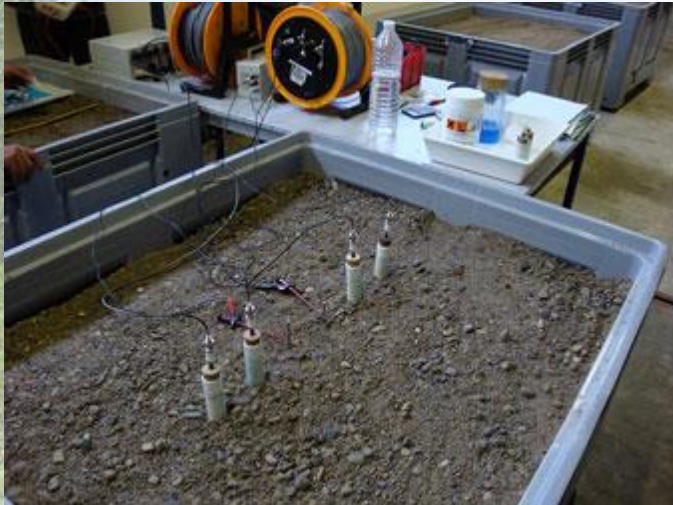
Acoustiques

- Propagation des ondes : racine vs sol

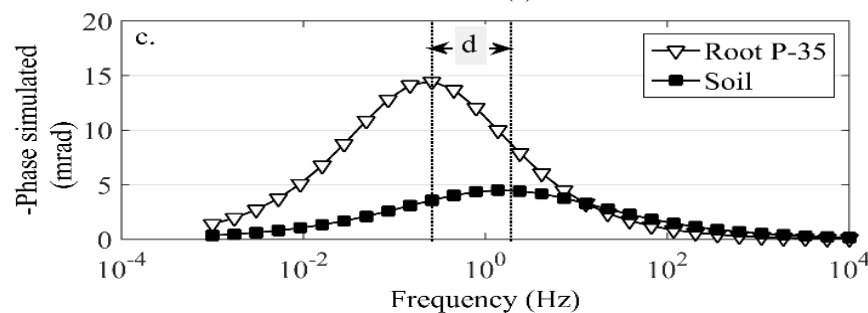
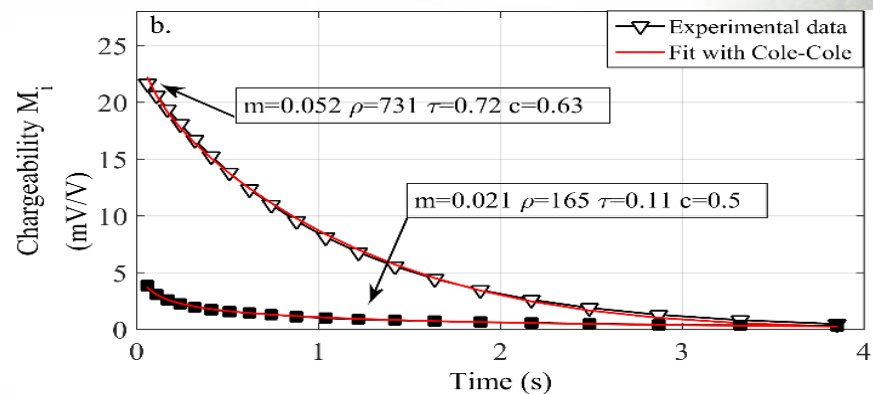
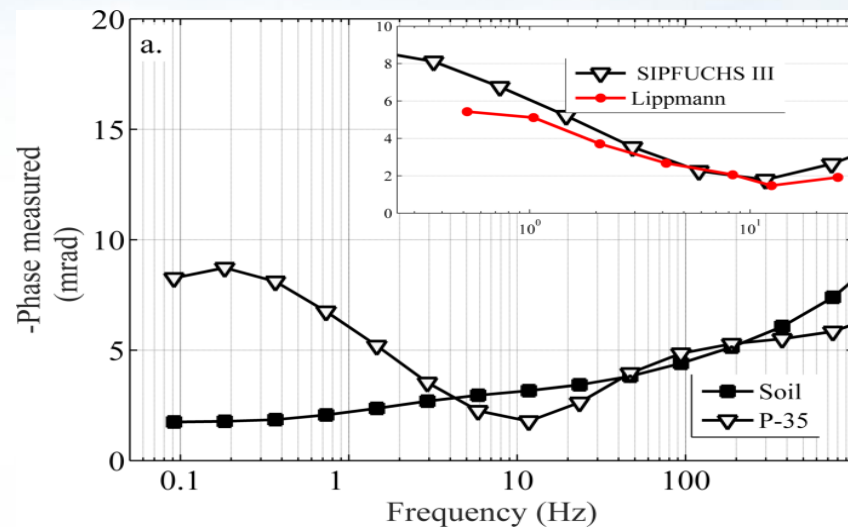
Facteurs de variation: *intensité / fréquence / durée signal
car variations de réponse sol et racines suivant espèce,
saison (activité biologique), teneur en eau, température*

D'où Approche labo + validation terrain
= conditions contrôlées et grandeur réelle

**Espèces
Fréquences
Teneur eau
Outils**



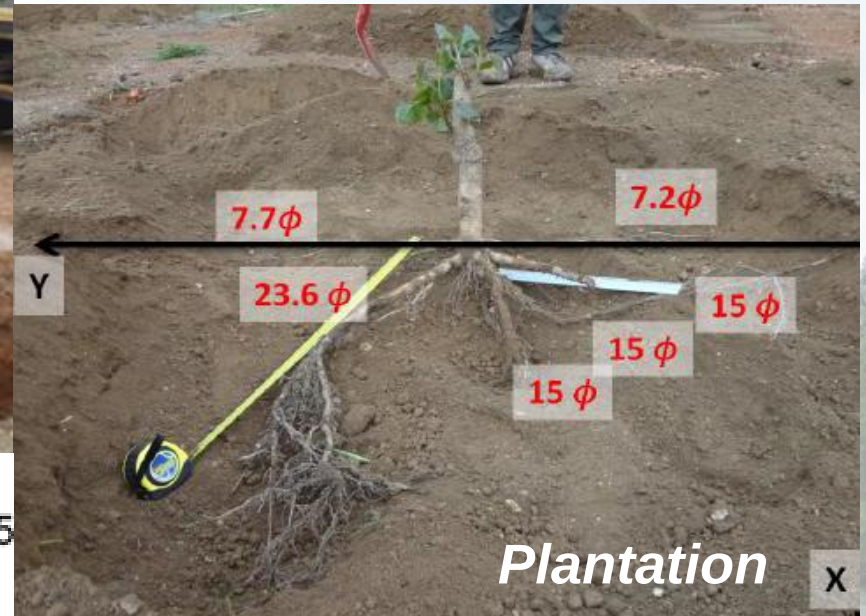
Manips labo



Zanetti et al. 2011; Mary et al. 2017 ; Plant and soil

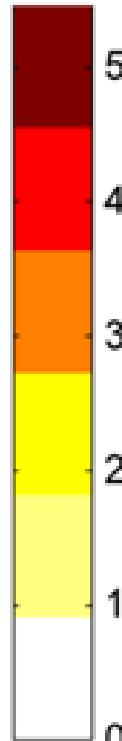
Manips en milieu semi-contrôlé

Création - remplissage
des fosses



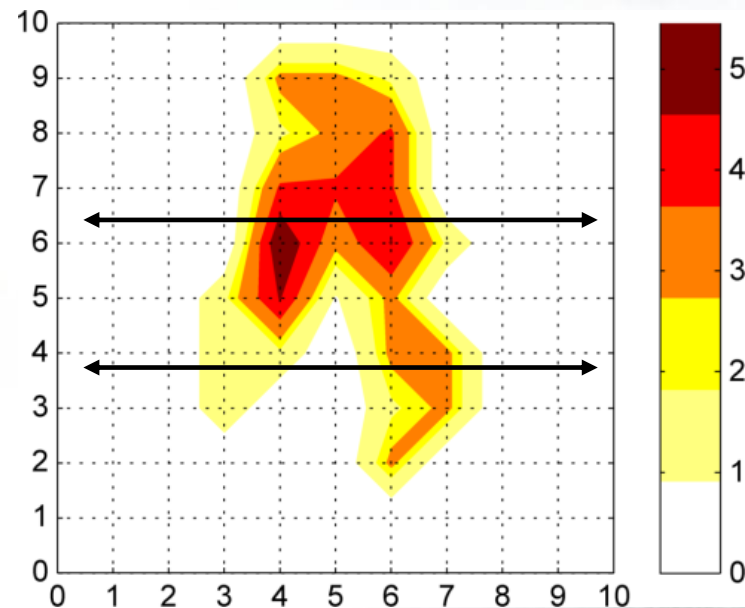
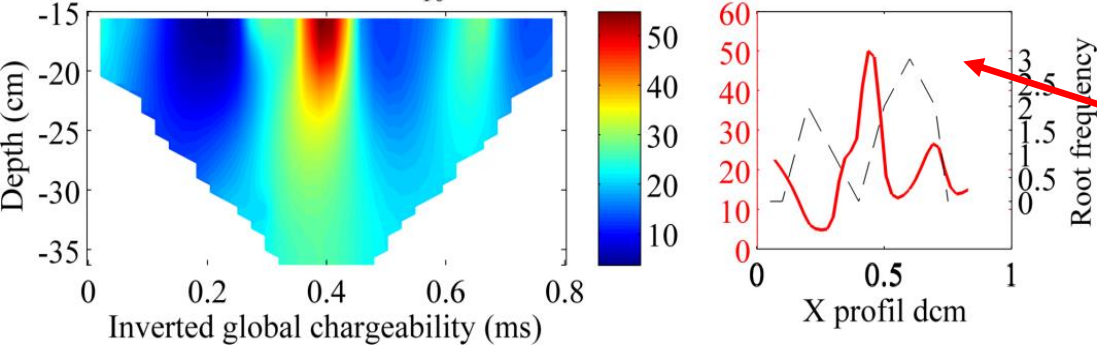
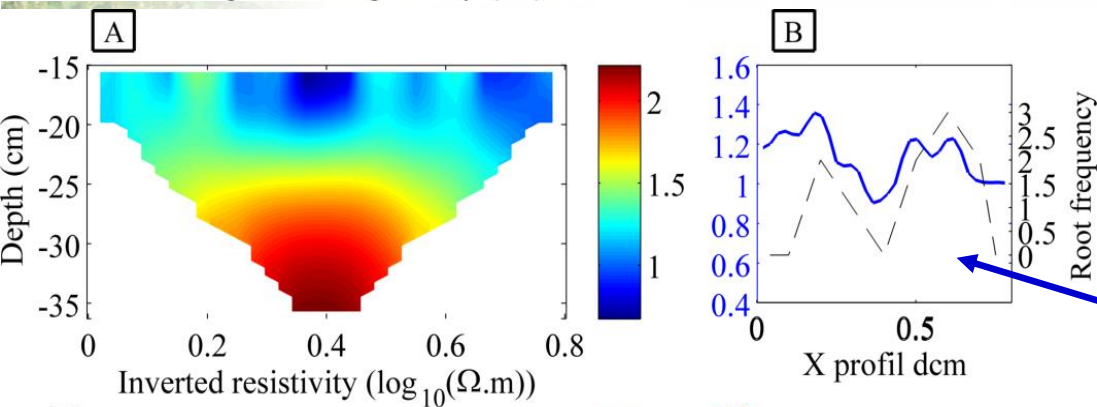
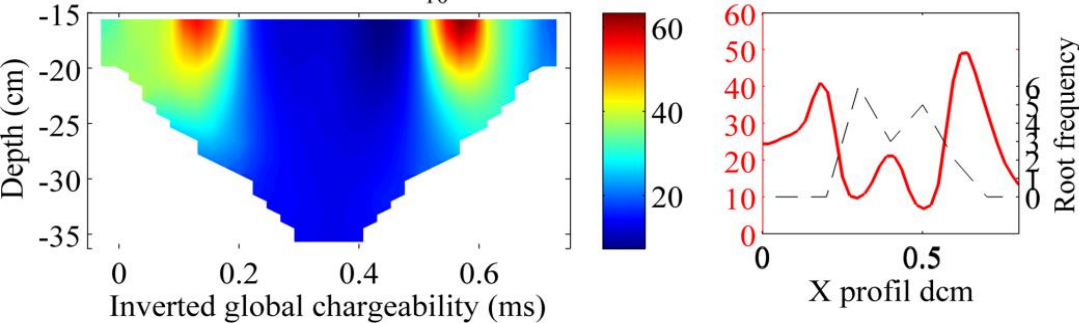
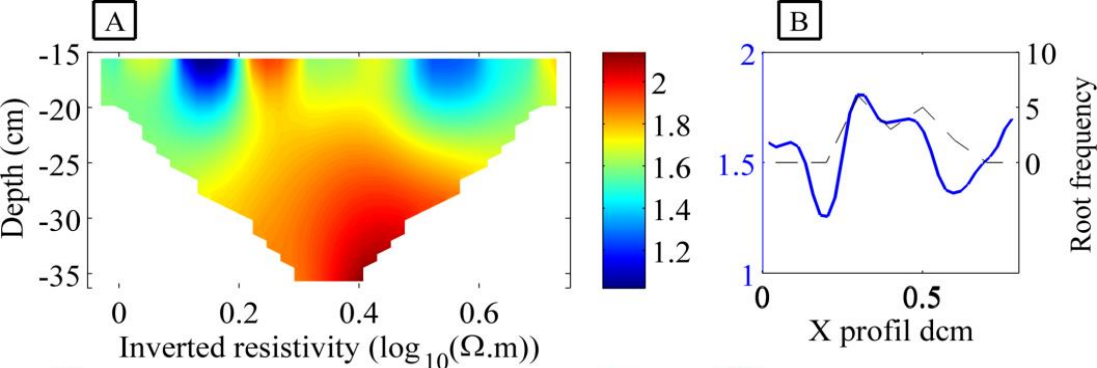
tronc

Densité racinaire après 1 an



Manips en milieu semi-contrôlé

Réponses 3D corrélées à densité racinaire



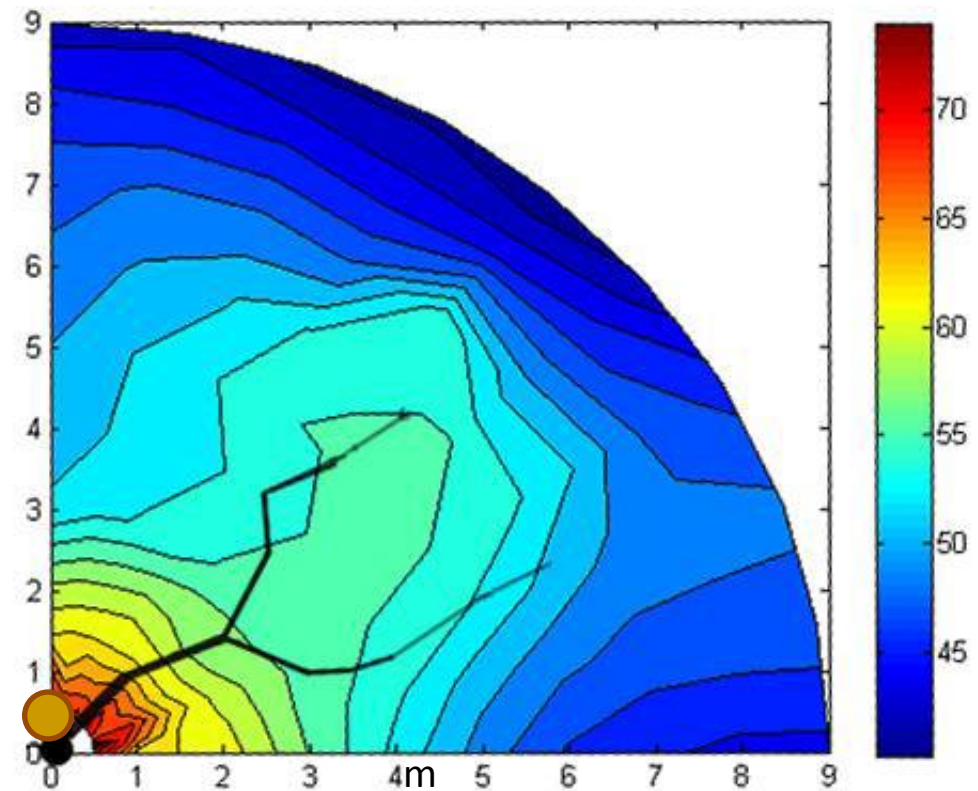
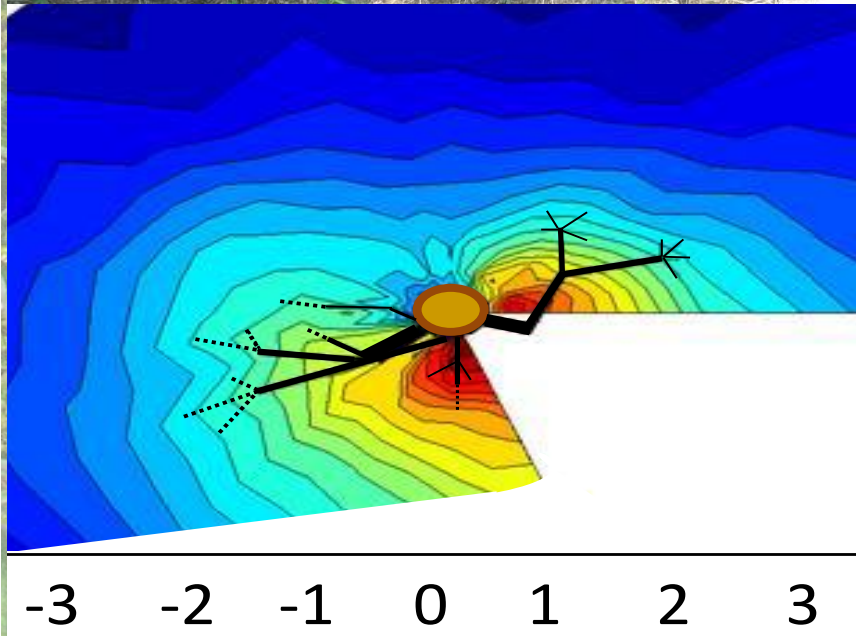
Résistivité positivement

Chargeabilité négativement

Manips en milieu naturel

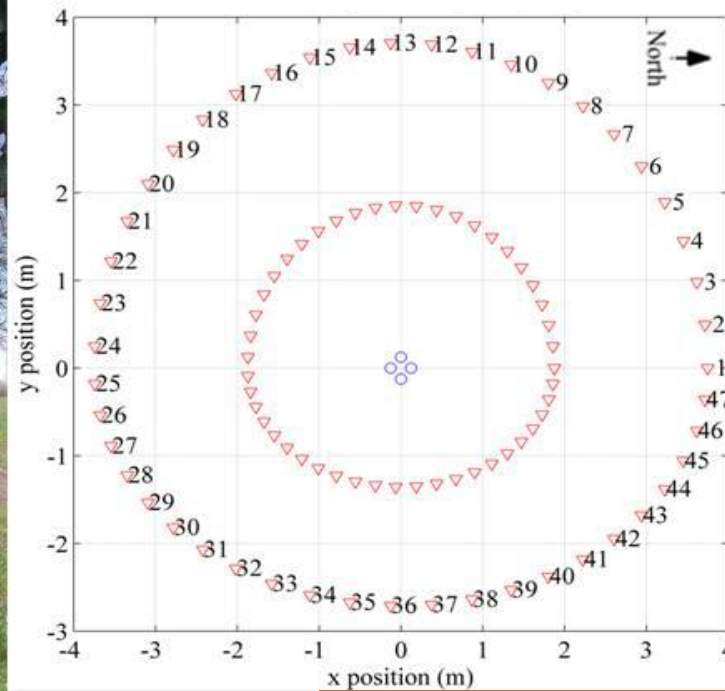
Résistivité carto 2 D

Détection du tracé
de racines de peupliers





Position émetteurs



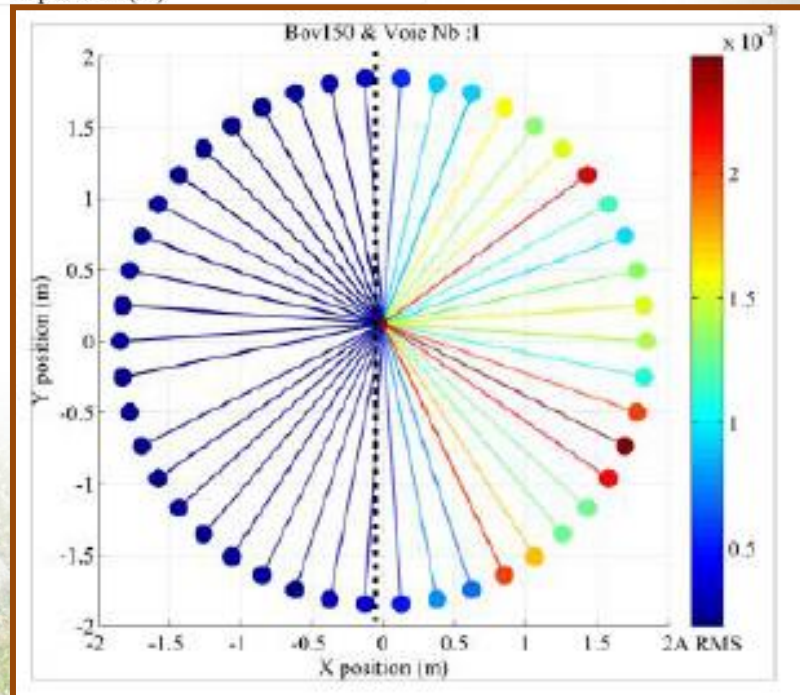
Manips en milieu naturel

Acoustique

Capteurs sur tronc

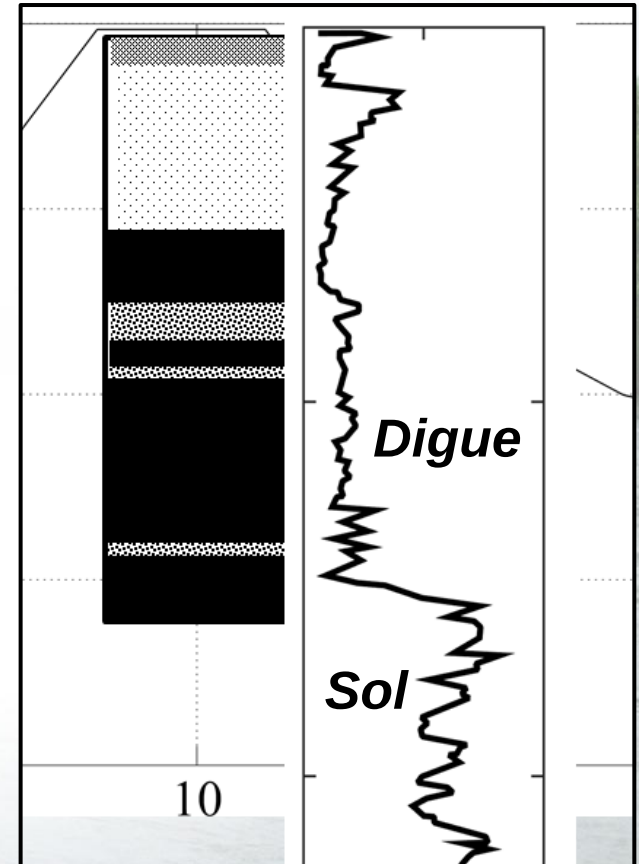
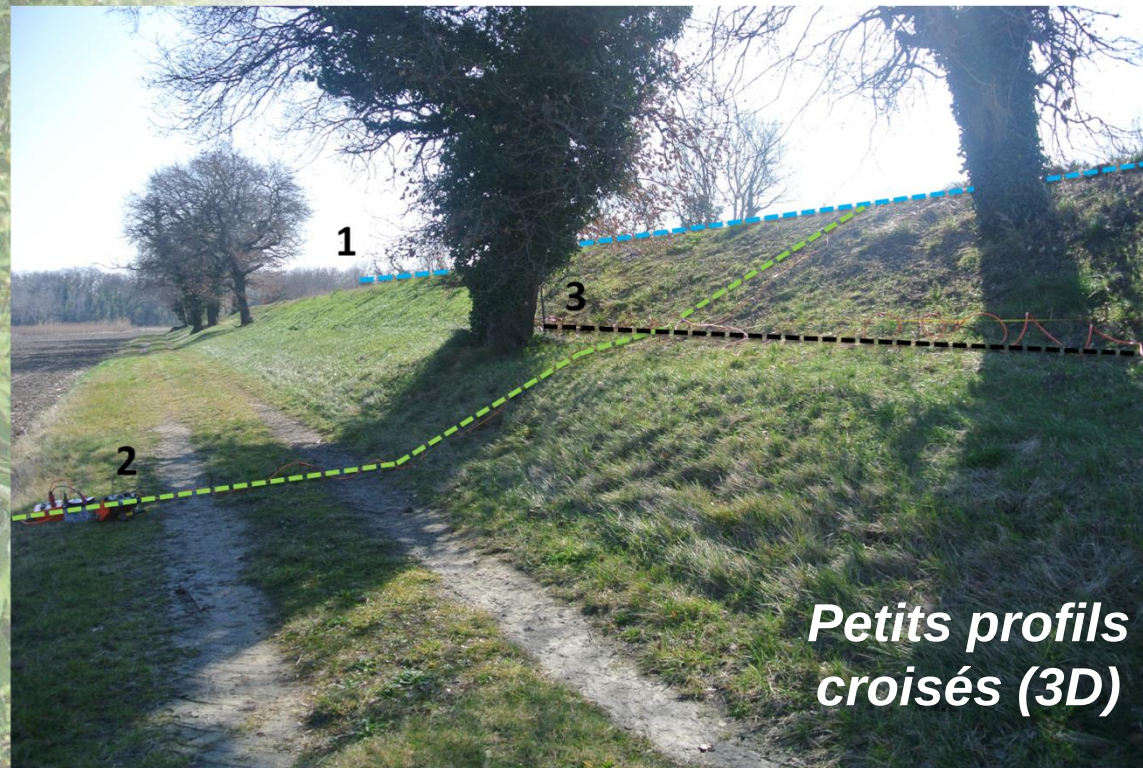
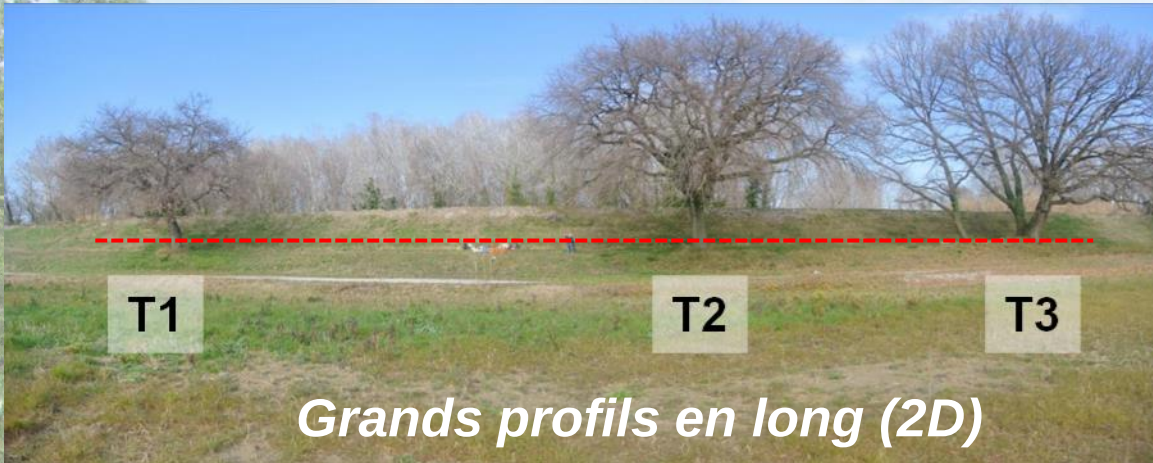


Réponses: racines toutes
du même côté



Manips en milieu naturel

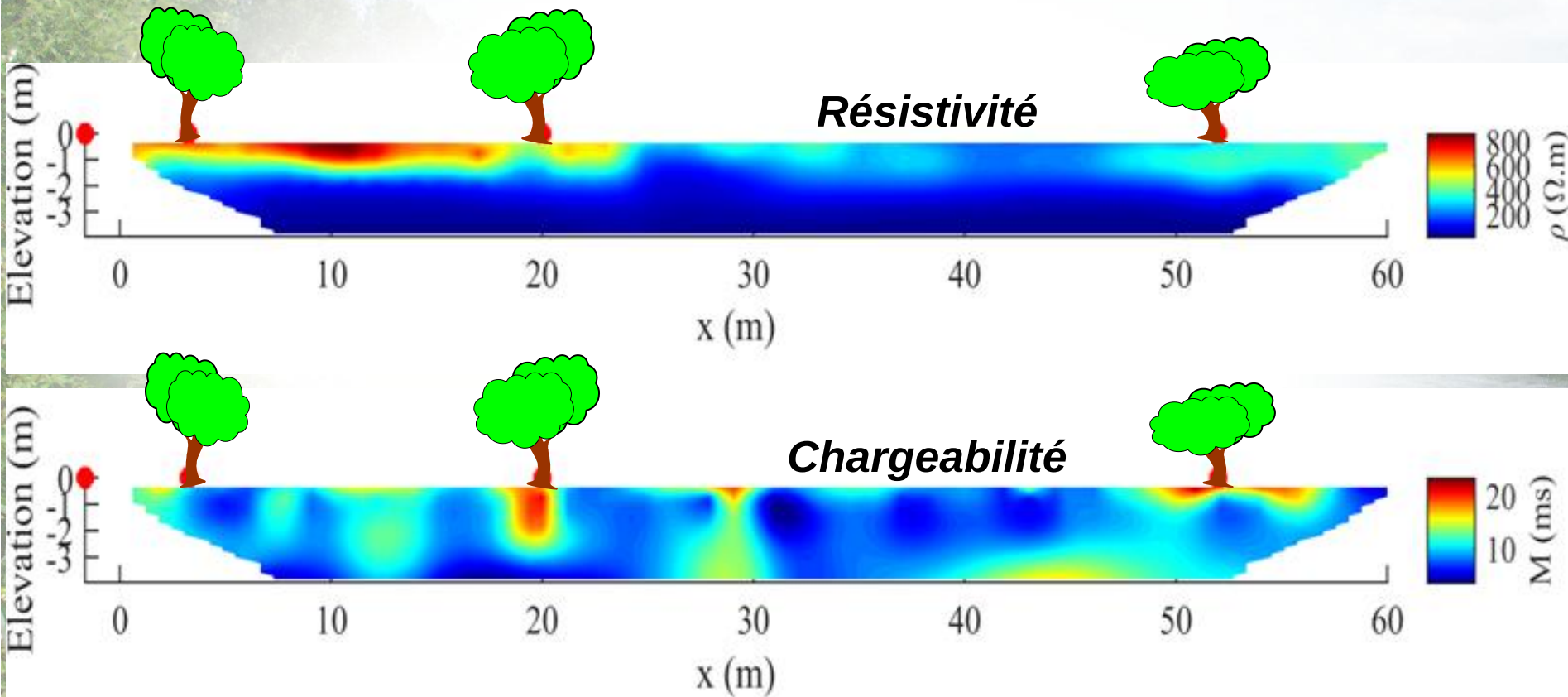
*Tomographie
2D et 3D*



*Profil vertical des
matériaux de la digue*

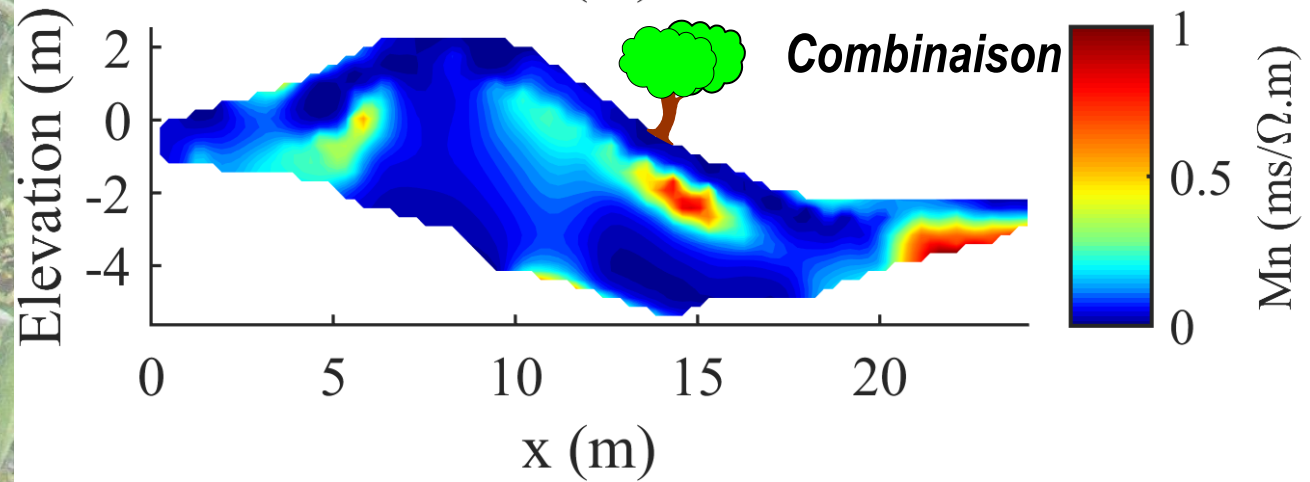
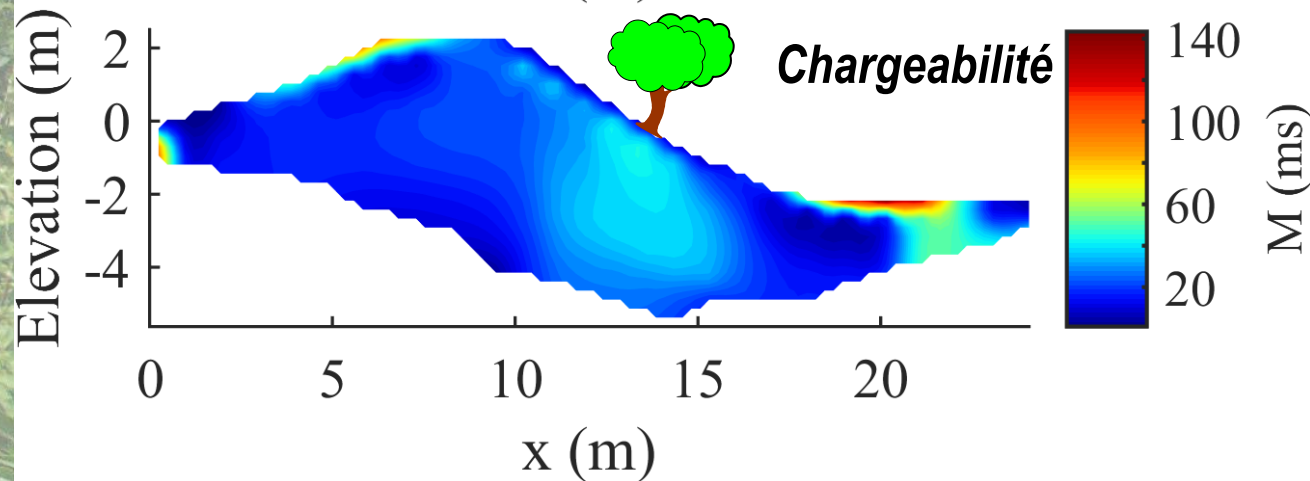
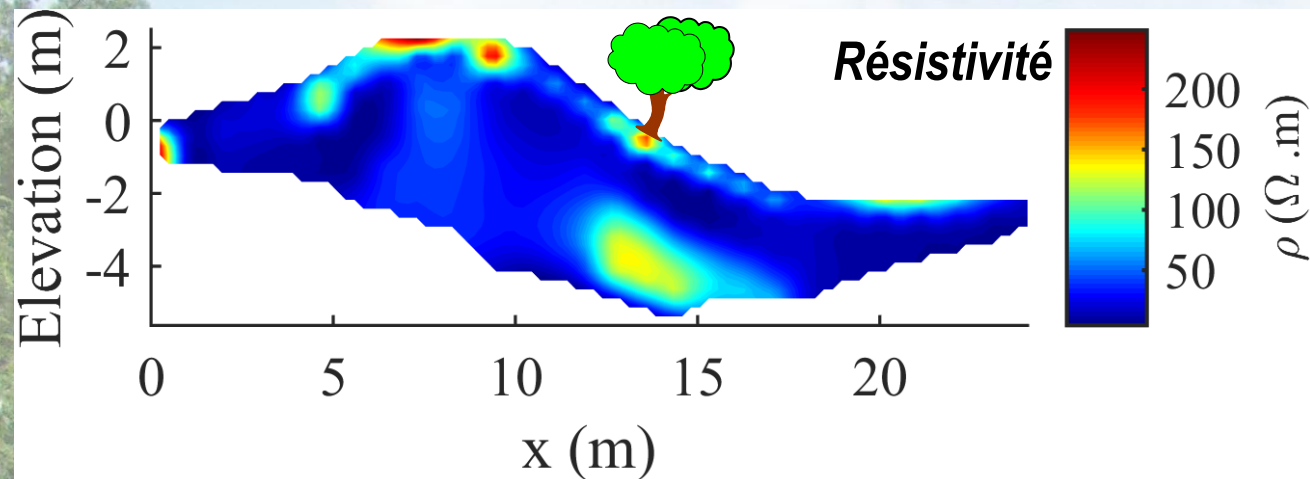
Manips en milieu naturel

Coupe en long dans l'axe de la crête de digue



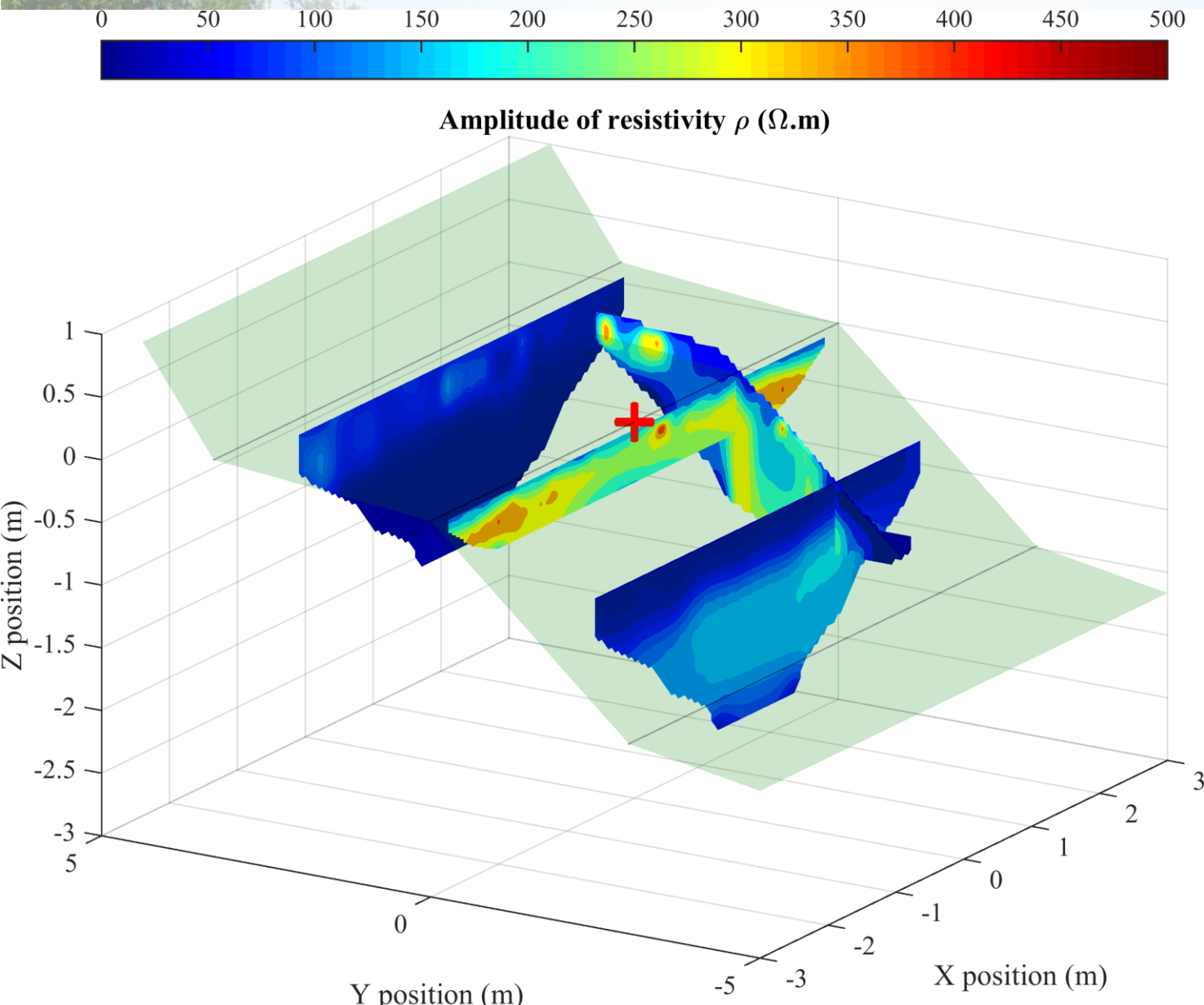
Manips en milieu naturel

Coupe en travers perpendiculaire à l'axe de la digue



Manips en milieu naturel

Combinaison 3D





Une réponse multidisciplinaire...

croiser des connaissances variées

- * **Génie civil:** *ouvrages, risques, matériaux*
- * **Biologie:** *architecture, croissance, physiologie des plantes*
- * **Géophysique:** *outils, méthodes et leur limites*
- * **Des progrès significatifs ont été fait ...**
 - * **Mais il reste du chemin à parcourir !**

Merci de votre attention



*Ont aussi contribué aux travaux scientifiques :
Caroline Zanetti, Isabelle RENAULT, Gisèle Bambara, Andreas Weller,
Pham QUY NGOC , Nguyen TRONG VU, Abdulsamad FERAS ,
Patrice MERIAUX, Christian CAMERLYNCK, Dawin BADENC*