

Contribution de la géophysique à l'évaluation de la vulnérabilité des ouvrages hydrauliques soumis à un développement racinaire



Benjamin Mary¹, Ginette Saracco², Laurent Peyras^{1a}, Michel Vennetier^{1b}, Patrice Mériaux^{1a}

¹ Iristea, 3275 route de Cézanne, Aix-en-Provence

^{1a} UR Ouvrages hydrauliques et Hydrologie

^{1b} UR Ecosystèmes Méditerranéens et Risques

² CEREGE, UMR 7330, Modélisation

Benjamin.mary@irstea.fr



Quelques mots de contexte

➤ Comment évaluer l'impact des systèmes racinaires sur l'intégrité de la structure génie civil ?

En utilisant une approche à l'aide de méthodes géophysiques

- 1 - Non invasives
- 2 - Imagerie du milieu d'étude (2D et 3D)
- 3 - Intégration des processus et changements (variations dans le temps)

Les méthodes géoélectriques hautes résolutions :

- La tomographie de résistivité est une méthode sensible **au contraste de résistivité électrique** de la racine relativement au sol environnant

- Le **pouvoir polarisant** des membranes cellulaires permet potentiellement de discriminer la racine du sol

➤ Quelles informations doit-on obtenir en sortie ?

- Dimensionnement du système racinaire : masse, géométrie
- Caractérisation de son environnement de croissance (type de sols, ressource en eau...)

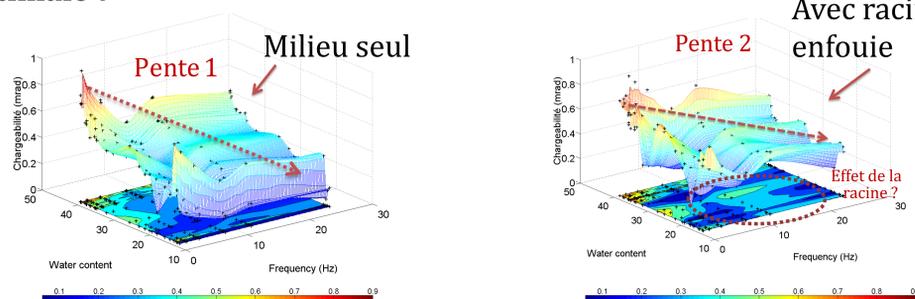
Méthode de « polarisation provoquée » : calibrations en laboratoire

Quels sont les paramètres prépondérants en vue de la détectabilité d'une racine dans un sol ?

Paramètres d'influence sur la mesure de l'effet P.P en lien avec la problématique

- Nature/Teneur en minéraux des sols
- Degrès de saturation en eau
- Température
- Propriétés des matériaux biologiques vivants

Dans quelle condition de teneur en eau du sol la détectabilité est-elle optimale ?



Représentation 3D de l'amplitude de la chargeabilité en fonction de la fréquence de l'onde et de la teneur en eau du sol

- La chargeabilité M décroît avec la teneur en eau θ du sol
- Effet de la fréquence sur M : pic spectral à $f \approx 1$ Hz

➤ La détectabilité d'une racine dans un sol semble d'autant plus grande que la teneur en eau du milieu est faible

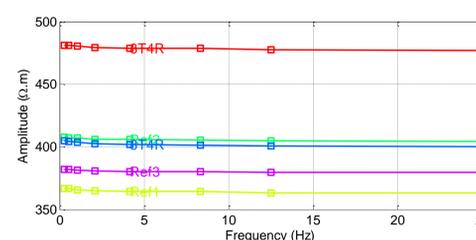
Discussions et perspectives

- Multiplier des essais sur un nombre bien plus grand d'arbres pour en tirer des tendances fiables
- Couplage avec une méthode de prospection acoustique
- Test de la méthode électrique sous contraintes environnementales (stress-hydrigue, influence de la saison ...)



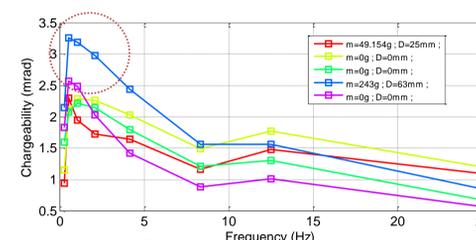
Illustration des risques d'érosions externe (en haut) et interne (en bas) associés à la présence d'arbre sur un ouvrage hydraulique. En bas : galerie liée à la décomposition d'une racine dans des matériaux à matrice limoneuse cohésive. (Photos : Iristea - M. Vennetier et C. Zanetti)

Du laboratoire vers le terrain ...



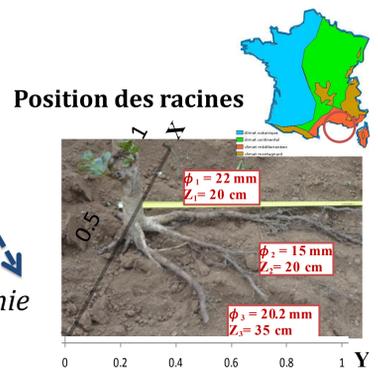
$$\sigma^*(\omega) = |\sigma(\omega)| e^{i\phi(\omega)} = \sigma'(\omega) + i\sigma''(\omega)$$

- ▶ σ = Electrical conductivity ($\Omega^{-1}.m^{-1}$)
- ▶ ω = Angular frequency ($rad.s^{-1}$)

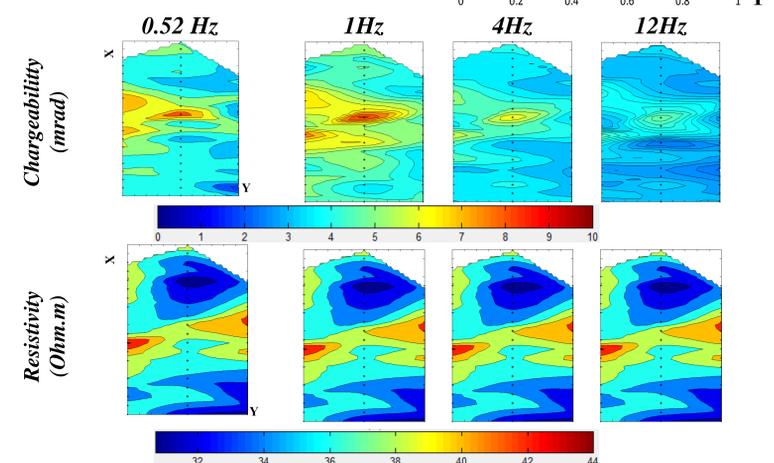


Spectre de polarisation provoquée spectrale (Instrument LIPPMANN)

➤ Effets de polarisations de la racine « basse fréquence » (< 10 Hz)



Cartographie par tomographie de polarisation provoquée



➤ Détermination de la direction des racines principales superficielles

Remerciements

Ce projet implique plusieurs laboratoires du LABEX Ot-Med : IRSTEA porteur du projet, le CEREGE. Nous remercions M. Palma Lopes (IFSTTAR) et M. Camerlynck (METIS) pour leurs implications dans le projet.

