

## Offre de stage M2

### Faisabilité d'une mesure géophysique pour étudier la variabilité de l'état hydrique du sol dans un contexte de sol urbain

**Durée et période du stage :** 5-6 mois (1er semestre 2024).

**Sujet :**

La connaissance de l'état hydrique du sol est un sujet d'intérêt pour l'évaluation de l'impact des aménagements sur le fonctionnement hydrologique et thermique de la ville. Le fonctionnement hydrique du sol est en effet lié au cycle de l'eau, à la présence d'ouvrages enterrés (tranchées de pose des réseaux, fondations...), et évidemment à la végétation, de plus en plus présente en milieu urbain. La présence et la maintenance de végétation (en particulier les arbres) sont conditionnées par la capacité des sols à rester en confort hydrique (Chen et al., 2011), ce qui est aujourd'hui questionné dans le cadre du changement climatique.

Des observatoires s'intéressent ainsi à la mesure de l'état hydrique du sol dans des contextes urbains, contextes qui sont difficiles à appréhender étant donnée l'hétérogénéité du proche sous-sol urbain. Les mesures hydrologiques sont classiquement réalisées par des sondes installées à différentes profondeurs, qui représentent une mesure locale dans la zone non saturée (dans des volumes de sol de l'ordre de 1000 cm<sup>3</sup>), dont la représentativité est souvent questionnée lorsque on s'intéresse à la compréhension du fonctionnement hydrologique d'un quartier urbain ou lorsqu'on souhaite utiliser ces données pour évaluer les modèles hydrologiques que l'on développe sur les bassins versants urbains.

Les mesures sismiques de subsurface, enregistrées en profils ou en réseaux, permettent d'acquérir des informations sur les variations spatiales de paramètres géophysiques. Ces paramètres, tels que la vitesse de propagation des ondes sismiques, peuvent être reliés à la teneur en eau de la zone non saturée, comme le démontrent des travaux récents (Gaubert-Bastide, 2023). A ces fins, la génération de trains d'ondes sismiques peuvent être réalisés à l'aide de sources actives du type chute de poids ou par du bruit environnant. En milieux urbains et pour la très proche surface (premiers mètres), ce dernier peut être dû à l'activité humaine, telle que la circulation des véhicules. On parle alors de techniques de mesures passives. Leur intérêt réside notamment dans la permanence des sources de bruit qui permettent de réaliser des mesures à plusieurs dates ou sur de longues périodes et opérer un suivi temporel des paramètres (monitoring). Le laboratoire GeoEND de l'Université Gustave Eiffel utilise ces méthodologies sismiques en ondes de surface qu'elles soient actives ou passives dans différents domaines du génie civil (e.g. Lehuteur et al., 2023 ; Wang et al., 2023 ; Wang et al., 2021 , Pageot et al., 2020).

Dans le cadre de l'ONEVU, un réseau de mesures sur un quartier urbain (30ha) permet de connaître en continu la teneur en eau du sol et le niveau piézométrique sur différents types d'espaces verts publics (Le Delliou et al., 2009). La teneur en eau est estimée par des sondes TDR situées à 35cm de profondeur par rapport à la surface du sol, et le niveau de saturation dans le sol est mesuré par des sondes de pression installées au sein des forages piézométriques.

Ce site est donc un support d'opportunité pour mettre en œuvre des mesures sismiques, de les calibrer aux enregistrements de sondes et tester leurs performances et limites sur des problématiques de très proche surface et en milieux urbains.

Aussi, ce stage a pour objectif d'étudier la pertinence d'acquisitions sismiques, non intrusive, pour estimer la variation spatiale de la teneur en eau sur les premiers mètres de profondeur dans un espace vert en contexte urbain, et envisager un suivi dans le temps.

Le programme de travail envisagé pour ce stage est le suivant :

- Exploiter des mesures sismiques réalisées lors d'une campagne préalable pour connaître la variabilité spatiale des propriétés du sol et estimer la faisabilité d'un suivi de la très proche surface par méthodes sismiques (actives ou passives).
- Réaliser une campagne de mesures en environnement urbain : participer aux mesures, collecter et traiter les données acquises.
- Confronter les mesures sismiques aux mesures hydrologiques

**Mots clés :** géophysique de proche surface, sismique active/passive, hydrologie, milieu urbain, humidité du sol

**Lieu :** Les travaux seront menés sur le campus de Bouguenais (44), à l'Université Gustave Eiffel

**Compétences attendues:**

- géophysique, traitement du signal
- compétences appréciées: sciences de l'environnement, hydrologie, hydrogéologie, utilisation de python

**Contact:**

Leparoux Donatienne, GERS / GeoEND , donatienne.leparoux@univ-eiffel.fr

Lehuteur Maximilien, GERS / GeoEND , maximilien.lehuteur@univ-eiffel.fr

Rodriguez Fabrice, GERS / LEE , fabrice.rodriguez@univ-eiffel.fr

**Références**

Chen, L., Zhang, Z., Li, Z., Tang, J., Caldwell, P., Zhang, W., 2011. Biophysical control of whole tree transpiration under an urban environment in Northern China. *J. Hydrol.* 402, 388–400.

<https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2011.03.034>

Gaubert-Bastide Thomas, 2023, « Surveillance hydrologique par corrélation de bruit sismique aux échelles de la subsurface et du laboratoire », PhD doctorat, soutenue le 28/04/2023 à l'Université de Pau –et des Pays de l'Adour

Le Delliou A.L., Rodriguez F., Andrieu H., 2009. Modélisation intégrée des flux d'eau dans la ville - Impacts des réseaux d'assainissement sur les écoulements souterrains. *La Houille Blanche* 5 (Octobre 2009), pp. 152-158

Lehuteur, M., Kahrizi, A., Abraham, O., Michel, L., Bardainne, T., Lescoat, A., ... & Gugole, G. (2023). *Characterization of ambient seismic noise sources for long term monitoring of a sea dike: preliminary results of the SEEWALL project* (No. EGU23-4258). Copernicus Meetings.

Pageot, D., Le Feuvre, M., Leparoux, D., Côté, P., & Capdeville, Y. (2020). Assessment of physical properties of a sea dike using multichannel analysis of surface waves and 3D forward modeling. *Journal of Applied Geophysics*, 172, 103841.

Wang, A., Abraham, O., & Leparoux, D. (2023). Time-lapse global inversion for surface-waves: A differential approach using a linear approximation of the Rayleigh wave phase velocity. *Wave Motion*, 122, 103193.

Wang, A., Leparoux, D., Abraham, O., & Le Feuvre, M. (2021). Frequency derivative of Rayleigh wave phase velocity for fundamental mode dispersion inversion: parametric study and experimental application. *Geophysical Journal International*, 224(1), 649-668.