

Coordinateurs

Isabelle Halfon, BRGM, Jocelyn Barbarand, Université Paris-Saclay, Pascal Audigane, BRGM

Le sous-sol représente pour la ville des enjeux fondamentaux pour son développement et son évolution. Le projet S-PASS s'intéresse aux 100 premiers mètres du sous-sol de la métropole du Grand Paris avec des approches géologiques, géotechniques, géophysiques, environnementales et de perception sociétale. Ce poster présente trois des études réalisées en 2025 par les équipes du projet.

Les études géologiques réalisées se basent sur les données acquises lors des travaux d'aménagement du sous-sol récents (SGP, RATP, SNCF) et sur les données historiques. Elles visent notamment à étudier et prédire la variabilité des formations géologiques (épaisseur, argilosité, variation latérale, géométrie à grande échelle, ...). La figure 1 est un exemple de documents synthétiques définissant ces paramètres. Ces données permettront de constituer un modèle géologique sous Paris grâce à la définition de surfaces remarquables représentant des changements de faciès observables à l'échelle régionale. Cette modélisation sera alimentée par les deux post-docs travaillant sur la dimension géologique, Chloé Morales (BRGM, URennes) et Thomas Munier (UPSaclay, Sorbonne Université et UBourgogne Europe).

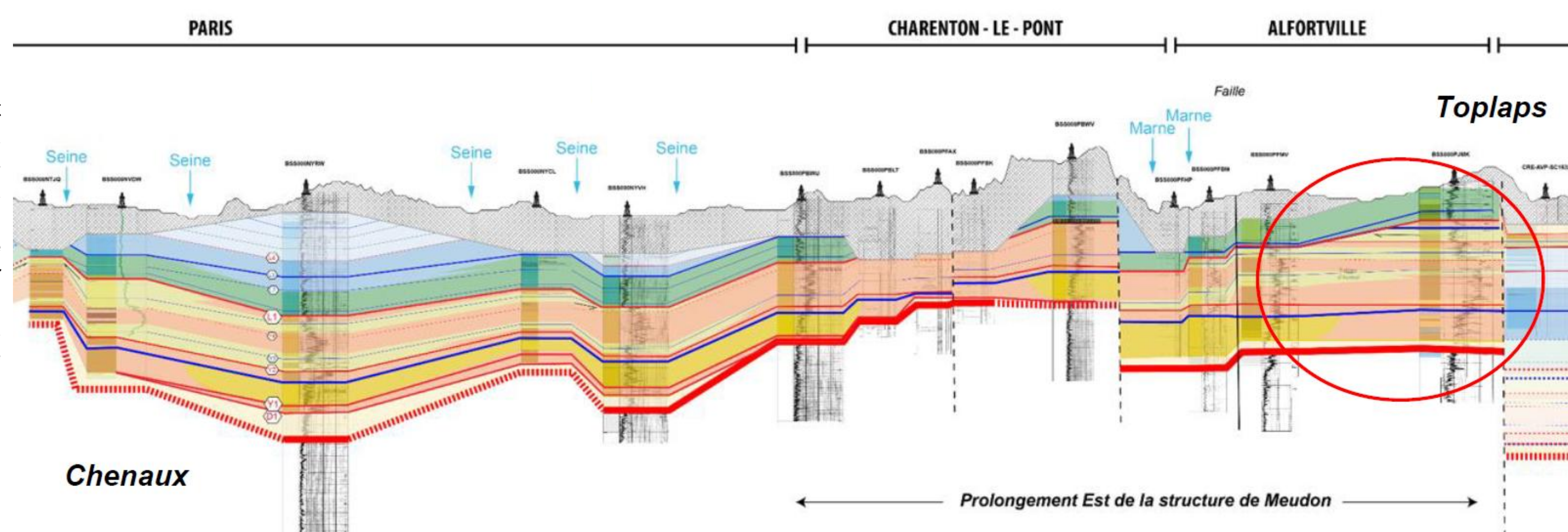


Figure 1 : Zoom sur la partie centrale d'un transect de corrélations NO-SE établi par Chloé Morales à partir des données diagaphiques de forages disponibles et en utilisant les principes de la stratigraphie séquentielle.

L'analyse faciologique sur carottes a permis de déterminer les environnements de dépôt et leur variabilité latérale. Les corrélations montrent en outre la présence de failles verticales à rejeu syn à post sédimentaire qui décalent de manière significative les séries.

Une recherche est menée pour exploiter le réseau de fibres optiques disponibles en milieu urbain avec la méthode **Distributed Acoustic Sensing (DAS)**. Le Tang (UGE, IPGP, ASNR) montre que les réseaux de fibres optiques permettent d'obtenir une bonne image du sous-sol lors des interactions avec la circulation routière (Figure 2). Les travaux de Ianis Gaudot (BRGM, UGE) testent différents types de couplage des fibres optiques avec le sol pour la détection de cavités, depuis les plus favorables jusqu'aux moins favorables et plus fréquemment déployés. Ils montrent que la détection de fines couches (> 5m) de calcaire karstifié sous couverture (ici 10 m) peut être obtenue avec tous les types de couplage (Figure 3).

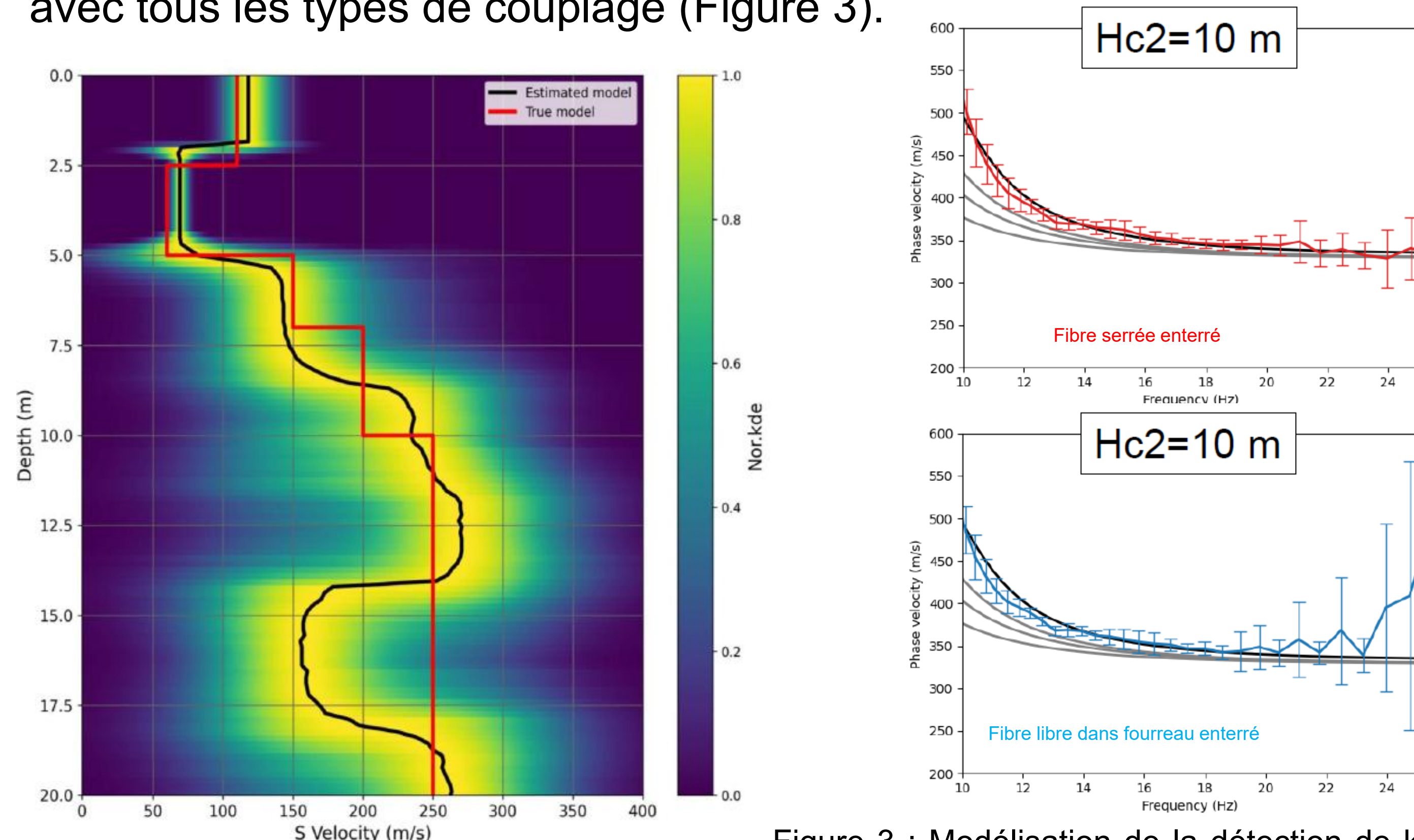


Figure 3 : Modélisation de la détection de karst superficiel (10 m) à partir des signaux DAS pour différents couplage du câble avec le sol. Les courbes grises correspondent à différents modèles avec karst tandis que la courbe noire correspond à un modèle sans karst. Les courbes rouges et bleues avec incertitudes issues des données DAS expérimentales montrent que le karst peut être détectée jusqu'à 20 Hz par le DAS quelque soit la configuration de couplage du câble utilisée.

La **géothermie de minime importance** peut constituer une ressource importante en milieu urbain, notamment avec l'utilisation des **infrastructures (fondations, murs, tunnels, ...)**. Le doctorat d'Alaaeldin Magdy Ogail (ULille, UGA) s'intéresse aux échanges thermiques entre le sous-sol et les tunnels. Il vise notamment à modéliser la performance énergétique des installations avec un sous sol complexe. La saturation totale ou partielle de l'encaissant, la hauteur relative de la nappe par rapport au tunnel (figure 4), la nature de l'encaissant, ses hétérogénéités sont des paramètres clés à prendre en compte pour estimer le potentiel des installations du sous-sol pour fournir de l'énergie aux bâtiments de surface.

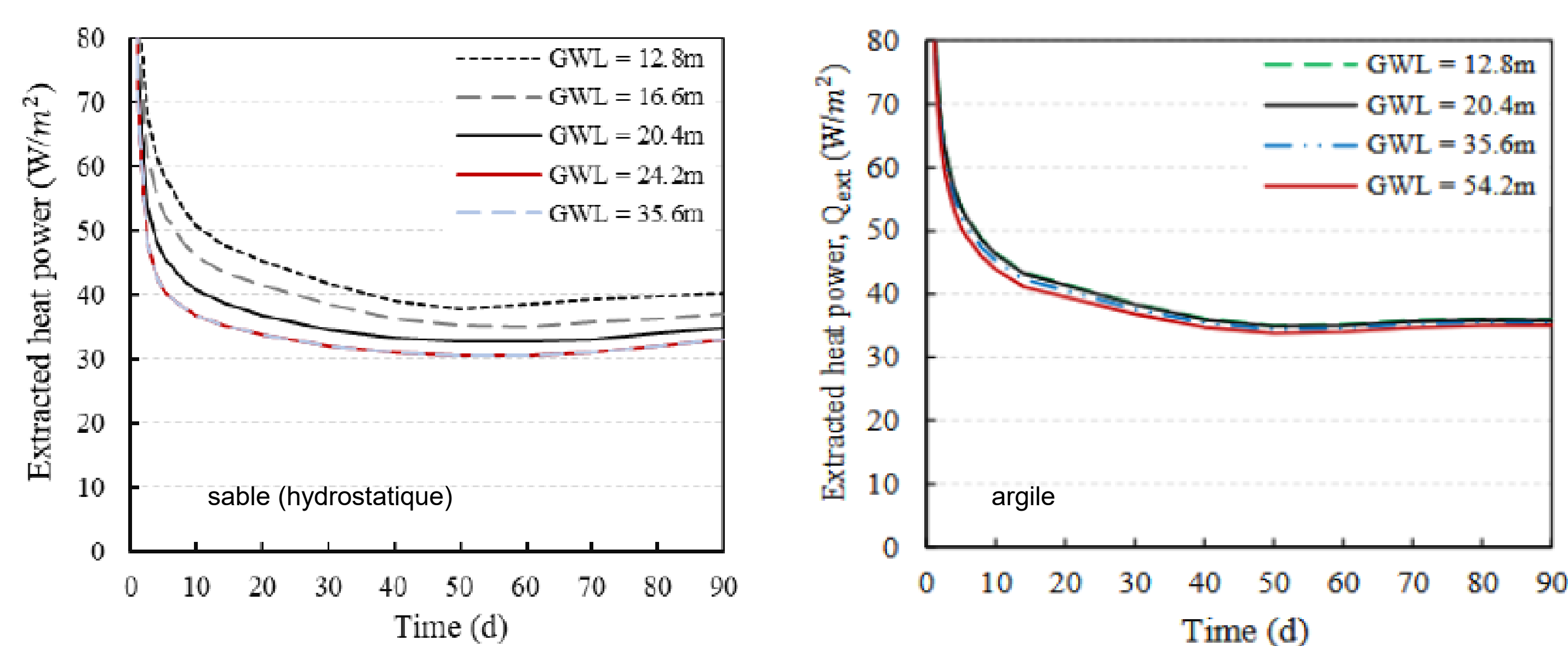


Figure 4 : La modélisation ci-jointe explore l'influence du niveau piézométrique de la nappe (ground water level) par rapport au tunnel pour deux types de lithologie contrastées : sable et argile. Ces modèles prouvent qu'une puissance thermique importante peut-être extraite (susceptible de chauffer un habitat de 150m² avec une section de tunnel de 35-60 m²) pour les deux lithologies mais que dans le cas de l'argile, celle-ci induit une forte rétention de l'eau et par conséquent le niveau de la nappe joue peu. Pour les sables, en domaine stationnaire, le niveau de la nappe modifie fortement la puissance thermique. Magdy et al. 2025, Environmental Geotechnics.

Ce travail a bénéficié d'une aide de l'Etat gérée par l'ANR au titre de France 2030 portant la référence ANR-22-EXSS-11