

Le stockage d'énergie thermique est devenu un sujet essentiel pour une utilisation durable de l'énergie en raison de la nature intermittente des sources d'énergie renouvelable. Dans le cas du stockage intersaisonnier, l'énergie est stockée sur plusieurs mois, collectée pendant l'été et consommée en hiver. Le Stockage d'Énergie Souterrain (SES), qui utilise un volume de sol pour stocker de la chaleur bas-carbone, comme les déchets industriels ou l'énergie solaire captée en été, en est un exemple. Le développement des SES est essentiel pour les réseaux de chauffage, car il permet d'accroître la flexibilité et l'efficacité thermique. L'augmentation de la température du sous-sol à 40°C et plus améliore l'efficacité du système, bien que peu d'installations utilisent cette technique. L'initiative européenne HeatStore, qui vise à accélérer le déploiement du SES à Haute Température (SES-HT), souligne la nécessité de disposer de davantage de sites de démonstration afin d'acquérir des « *connaissances et une expérience fondamentales* ».

Ces connaissances portent principalement sur le comportement thermique des SES-HT et leur intégration dans les réseaux de chauffage. Les systèmes « Borehole Thermal Energy Storage » (BTES) stockent la chaleur sensible dans le sol autour des forages individuels, en utilisant la roche ou le sol comme milieu de stockage. En général, un fluide caloporteur circule dans des tubes en U installés dans des échangeurs de chaleur souterrains enterrés entre 20 et 200 mètres de profondeur. En raison du coût important de la construction, des études de faisabilité et d'optimisation du système sont réalisées à l'aide de simulations numériques. Les solutions de source linéaire et de source cylindrique sont des méthodes analytiques classiques pour déterminer la réponse thermique d'un forage, en utilisant des hypothèses simplificatrices. En revanche, les modèles numériques offrent des résultats plus précis, mais au prix de coûts de calcul plus élevés. La simulation à l'échelle du système est généralement réalisée à l'aide du Type 557 du programme de simulation TRNSYS, qui combine la méthode des différences finies et la solution analytique.

Dans ces travaux, nous proposons d'étudier le premier démonstrateur français de BTES-HT, situé près de Bordeaux et opérationnel depuis septembre 2022. Il fournit du chauffage et de l'eau chaude à 67 logements et utilise 60 forages de 30 m de profondeur pour stocker l'énergie provenant d'un champ de capteurs solaires de 900 m<sup>2</sup>. Le premier objectif est d'évaluer ses performances à l'aide d'indicateurs tels que la fraction solaire (part de la demande couverte par l'énergie solaire, valeur attendue autour de 0,9) et l'efficacité des BTES (chaleur récupérée de manière saisonnière, valeur attendue autour de 0,5). Les résultats sont comparés à l'un des projets HT-BTES les plus renommés : la communauté solaire de Drake Landing au Canada. Un modèle TRNSYS a également été créé pour simuler et optimiser le système et sera utilisé pour valider la composante BTES à l'aide de données réelles. Cette étude apporte une contribution unique au domaine en combinant l'évaluation des performances d'un démonstrateur avec la validation expérimentale d'un modèle numérique, enrichissant ainsi les connaissances et l'expérience autour de la technologie HT-BTES.