

Colloque
"Gestion des eaux souterraines"
Bordeaux - 2023

Article étendu

Titre
<i>Le tunnel ferroviaire de Saint-André d'Hébertot (Calvados) - Un captage d'eau atypique</i>
Nom des auteurs
<i>CLOAREC, Yann ⁽¹⁾ ; RICAUD, Aurélie ⁽¹⁾</i>
Affiliation
<i>(1) CALLIGEE</i>

En partie nord-est du département du Calvados, à la limite avec le département de l'Eure, la commune de Saint-André-d'Hébertot est le lieu d'un mode d'alimentation en eau potable atypique constitué par le captage des circulations d'eau interceptées par un tunnel ferroviaire désaffecté.

Le captage exploité par le SIAEP de Saint-Benoît-d'Hébertot dessert une population d'environ 3 100 habitants pour un volume annuel d'environ 214 000 m³.

Le tunnel d'environ 3 000 m de long a été construit dans les années 1960. Il traverse une colline globalement axée ONO-ESE séparant les vallées de La Calonne au sud (côté Saint-André-d'Hébertot) et de La Morelle au nord (côté Quetteville) (Figure 1).

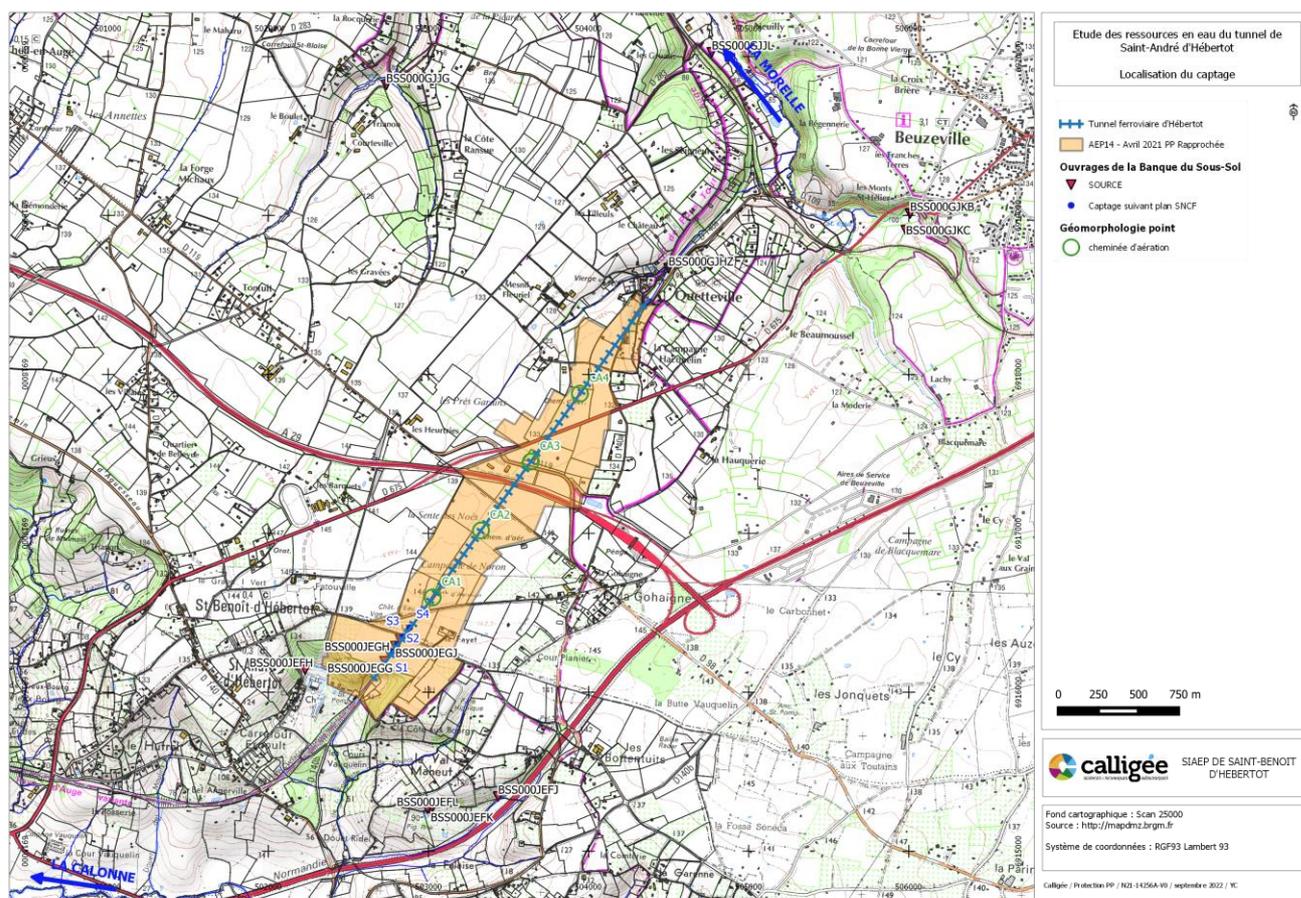


Figure 1 : Localisation du tunnel et de son périmètre de protection rapprochée
Contexte géologique

En Pays d'Auge, le paysage vallonné actuel est issu d'un vaste plateau tabulaire profondément disséqué par le réseau hydrographique. Suivant l'altitude et la « puissance » de l'érosion, les versants et fonds de vallées mettent à jour des terrains d'âge jurassique à crétacé.

Lors de son percement, le tunnel a exclusivement traversé la Craie du Cénomaniens c2 constitutive de la « colline » séparant les cours de La Callonne et La Morelle. La Craie du Cénomaniens qui peut affleurer uniquement aux extrémités du tunnel à flanc de coteau pentu (« falaise »), est, sur le plateau, recouverte d'argile à silex, résidus de la décalcification de la craie, puis limons éoliens et/ou dépôts de pente. En bordure de plateau, les argiles à silex sont

raccordées latéralement aux dépôts de pente qui occupent les flancs des vallées et masquent généralement les affleurements de la craie. Le contact Craie très altérée à saine / Formation résiduelle à silex est très irrégulier, prenant l'allure de tôle ondulée. Les formations de recouvrement peuvent se trouver en comblement de poches de dissolution de la craie (hauteur jusque 20 m).

Le soubassement de la Craie du Cénomanien c2 est constitué par la glauconie de base (Cénomanien c2a) puis les Argiles du Gault de l'Albien ; d'après la carte géologique, ces formations affleurent en pied de versant, bien en amont du lit mineur de la Calonne concerné par des formations jurassiques. En revanche, compte tenu notamment d'un léger pendage des couches géologiques vers le nord-est (0,6-1%), elles n'affleurent pas en vallée de La Morelle (Figure 2 & Figure 3).

Les séries jurassiques et crétacées sont séparées par une discordance ; le contact est irrégulier, correspondant à des bombements anté-crétacé.

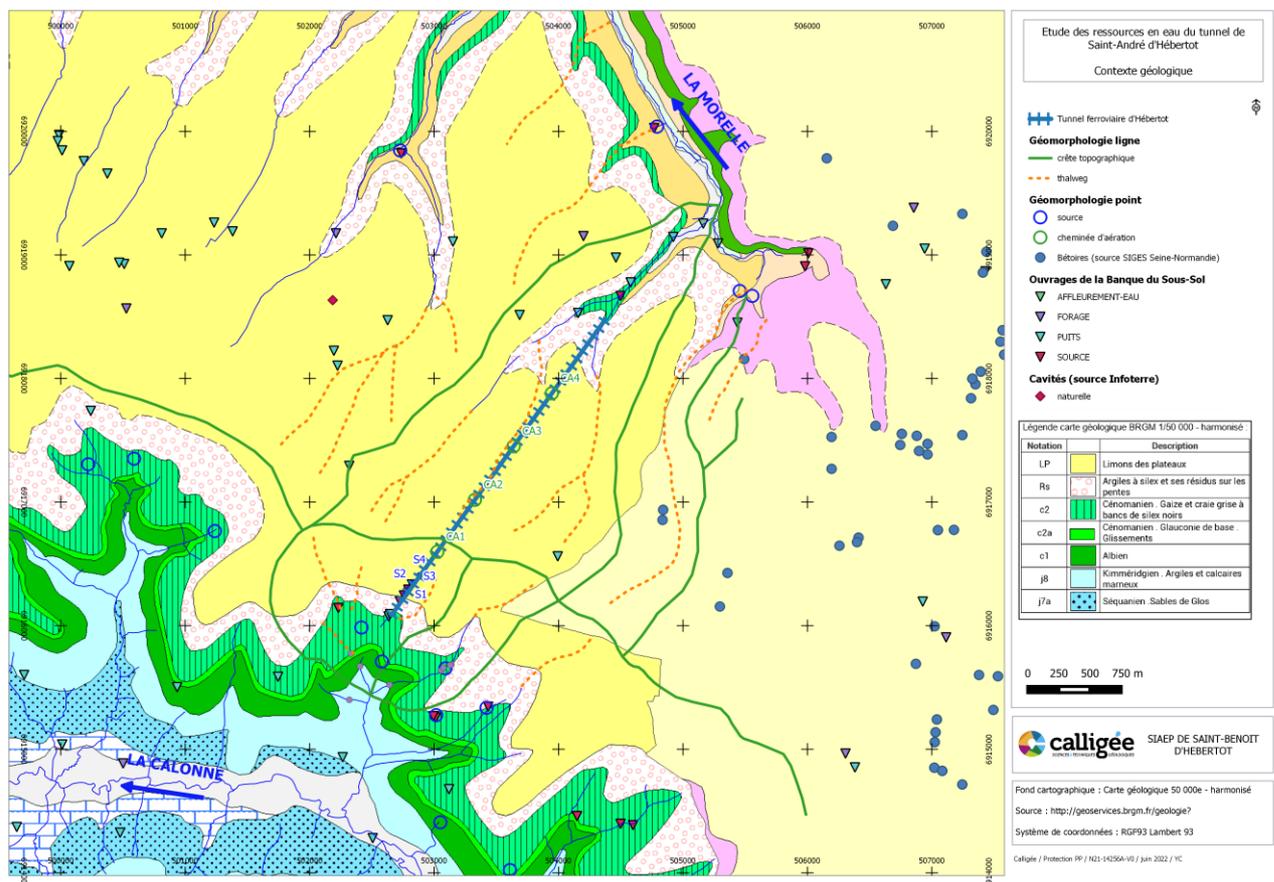


Figure 2 : Contexte géologique

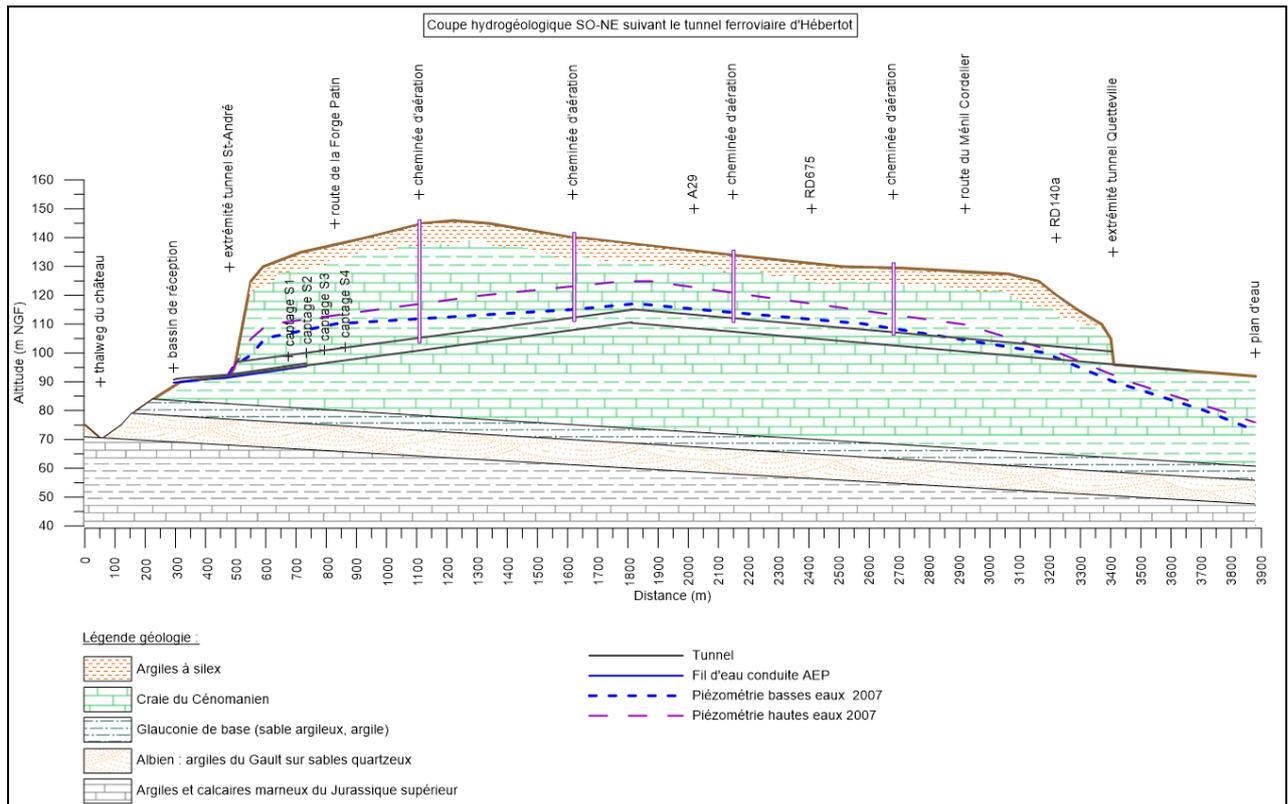


Figure 3 : Coupe géologique le long du tunnel

Contexte géomorphologique

Les points particuliers (cavité naturelle, bétoire) inventoriés dans les bases de données BRGM ont été complétés par l'examen de photographies aériennes (notamment en stéréoscopie) et de la carte IGN 1/25 000 afin d'identifier des points d'infiltration potentiels (Figure 4).

A ce stade, et notamment suite à notre visite de terrain des 30/06 et 01/07/22, aucune bétoire n'a été identifiée au-dessus du tunnel. Quelques mares, en eau malgré les conditions pluviométriques sèches, existent (décaissé du substrat argileux ? bétoires colmatées ?). Elles ne sont pas identifiées comme des points d'absorption privilégiés.

Contexte hydrogéologique

Le captage concerne l'unité BDLISA 123BX01 et la masse d'eau souterraine FRHG213 dont les caractéristiques sont résumées dans les tableaux suivants.

Tableau 1 : Caractéristique de l'unité BDLISA

Code	123BX01
Nom	Marnes et craie marneuse, sableuse et glauconieuse du Cénomanién du Bassin Parisien du Lieuvin-Ouche - Pays d'Auge - bassin versant de la Touques (bassin Seine-Normandie)
Nature	Unité aquifère
Etat	Entité hydrogéologique à nappe libre
Thème	Sédimentaire
Type de milieu	Matrice/fracture/karst

Tableau 2 : Caractéristiques de la masse d'eau souterraine (MESO)

Code	FRHG213
Nom	Craie et Marnes du Lieuvin-Ouche - Pays d'Auge - bassin versant de la Touques
Type de masse d'eau	Dominante sédimentaire non alluviale
Lithologie dominante	Craie glauconieuse
Superficie d'extension	2 198 km ²
Type de milieu	Milieu mixte, poreux, fissuré et parfois karstique
Caractéristiques géologiques et géométriques des réservoirs souterrains	Aquifère supporté par une formation imperméable argilo-glauconieuse (Albien à Cénomaniens) Aquifère plus ou moins compartimenté, les limites géométriques étant influencées par la profondeur de recoupement du réservoir par les vallées.
Types de recharges	Par les pluies efficaces au travers des limons et argiles, d'où une efficacité +/- élevée suivant la perméabilité de surface et la morphologie Possible infiltration préférentielle <i>via</i> points d'engouffrement (bétoires)
Types d'exutoire	Sources « perchées » à flanc de coteau (aquifère entièrement entaillé) et drainage par les cours d'eau

D'après les informations recueillies, la seule carte piézométrique disponible est celle établie par le BRGM dans le cadre de l'atlas hydrogéologique numérique du Calvados (2007).

Toutefois, dans notre zone d'étude, les isopièzes sont tracées principalement sur la base d'une interprétation géomorphologique. En effet, hormis les sources à flancs et pieds de coteaux, sur le plateau, peu voire aucun point d'accès à la nappe n'a été mesuré. L'information est donc imprécise.

La piézométrie BRGM 2007 (Figure 4) indique néanmoins :

- Régionalement, le sens général d'écoulement de la nappe est orienté ESE-ONO, du continent vers la mer.
- Une crête piézométrique (ligne de partage des eaux) suivant globalement l'axe du plateau (ONO-ESE), décalée vers le nord-est par rapport à la crête topographique : environ 1,3 km en amont de la sortie du tunnel côté St-André-d'Hébertot. D'après notre visite du tunnel du 30/06/2022, la crête piézométrique coïncide grosso-modo avec le point d'inversion du sens d'écoulement de l'eau dans les caniveaux du tunnel.
- D'où un écoulement NE-SO à ENE-OSO au droit du tunnel côté St-André-d'Hébertot
- Un gradient hydraulique faible sur le plateau, s'accroissant vers les coteaux.
- Une épaisseur de zone non saturée de 20 à 30 m sur le plateau ; sur la zone d'étude, l'épaisseur de la couverture plus ou moins argileuse restant en moyenne a priori modérée, la nappe est probablement libre.
- La carte n'illustre pas un effet de drain engendré par le tunnel.

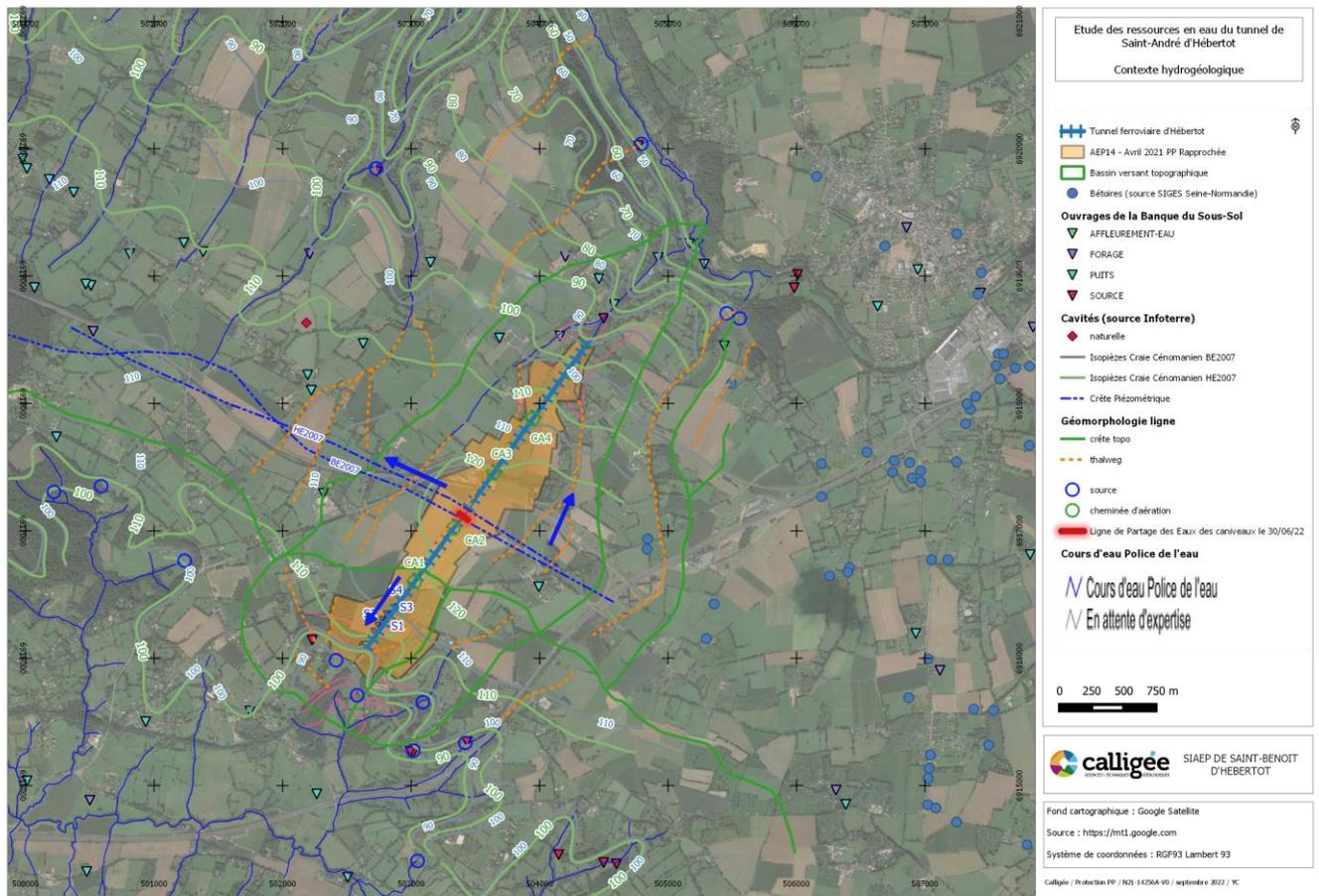


Figure 4 : Contexte hydrogéologique

Mode de captage

Lors de son percement à travers la Craie du Cénomanien, aquifère poreux, mais aussi et surtout fissuré à karstique, l'ouvrage a recoupé d'importantes arrivées d'eau. Pour des raisons géotechniques d'abord, celles-ci sont captées par l'intermédiaire de caniveaux implantés le long de chaque pied-droit de l'ouvrage. Puis, intentionnellement, les quatre émergences principales identifiées sur le flanc ouest du tunnel ont été captées pour l'AEP par l'intermédiaire de chambres de captage alimentant gravitairement une station de production (Figure 5).

Les eaux captées sont mélangées dans une bêche puis traitées par un dispositif de filtration/chloration avant d'être dirigée vers le réseau de distribution.



Figure 5 : Photos du captage S2

Si la section du tunnel est entièrement maçonnée sur quelques centaines de mètres aux entrées (pieds-droits et voûte à parement de briques), sur la majeure partie de son linéaire, la Craie du Cénomanien est directement visible. Ainsi, outre les chambres de captage, des arrivées d'eau sont visibles soit au niveau des barbacanes du parement, soit au niveau de fissures productives affectant la Craie (Figure 6).



Figure 6 : Photos de fissures productives affectant la roche affleurant à l'intérieur du tunnel

Une baisse de production des captages imputée au colmatage progressif des arrivées d'eau par précipitation de carbonates a conduit le SIAEP à dériver une partie de l'eau des caniveaux pour alimenter la station de production (Figure 7).



Figure 7 : Photos des prises d'eau aux exutoires des caniveaux Est (gauche) et Ouest (droite)

Les études en cours ont donc été lancées pour la régularisation de ce prélèvement non autorisé, et le cas échéant pour proposer une révision des périmètres de protection actuels du tunnel.

Productivité et débit des sources

Actuellement, il n'existe aucun suivi de débit des « sources captées » ni des caniveaux, ni du trop-plein de la station de production.

Quelques mesures ponctuelles ont été réalisées dans le tunnel, et montrent une plus forte productivité de l'aquifère côté St-André (fissuration a priori plus développée). Cela paraît cohérent avec nos observations des suintements et venues d'eau sur les parois à l'intérieur du tunnel.

Par ailleurs, l'observation des débits des sources des talwegs voisins à celui du tunnel a mis en évidence une productivité à l'exutoire des sources du château de St-André nettement supérieure à celle de l'exutoire du thalweg du Val Maheut malgré des superficies de bassin versant topographique similaires (Figure 8).

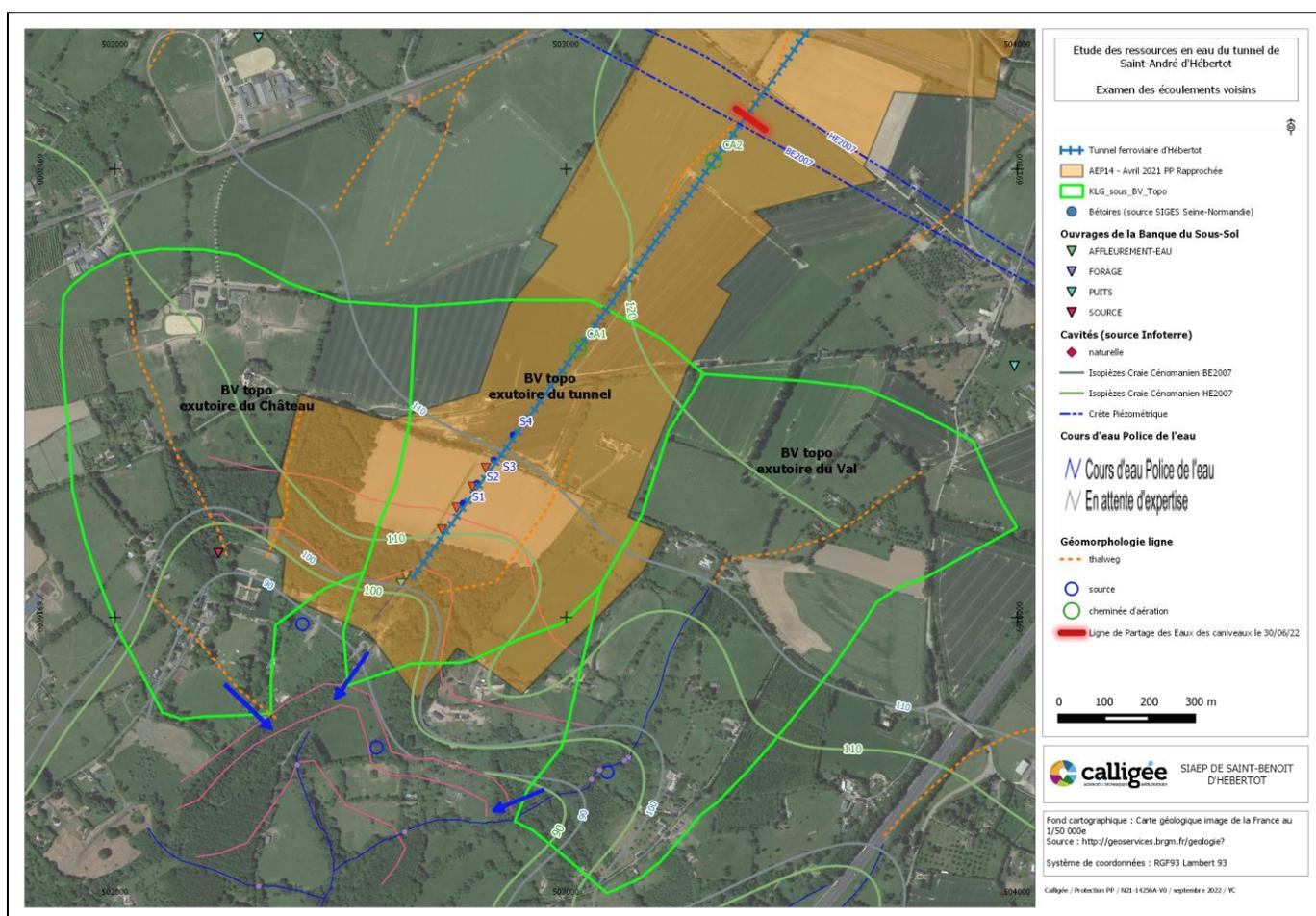


Figure 8 : Localisation des points d'observation de l'écoulement dans les thalwegs voisins du tunnel

Qualité des eaux et vulnérabilité de la ressource

La qualité des eaux captées est globalement bonne. De faciès bicarbonatée calcique et magnésienne, l'eau présente une concentration en nitrates de l'ordre de 20mg/l, et une certaine fragilité liée à de possibles transferts rapides illustrés par des pics de turbidité corrélés aux précipitations, et quelques contaminations bactériennes. Des dépôts limoneux sont notamment visibles dans les caniveaux.

Également, les quatre cheminées d'aération qui équipent le tunnel peuvent constituer des points de fragilisation de la ressource (Figure 9).

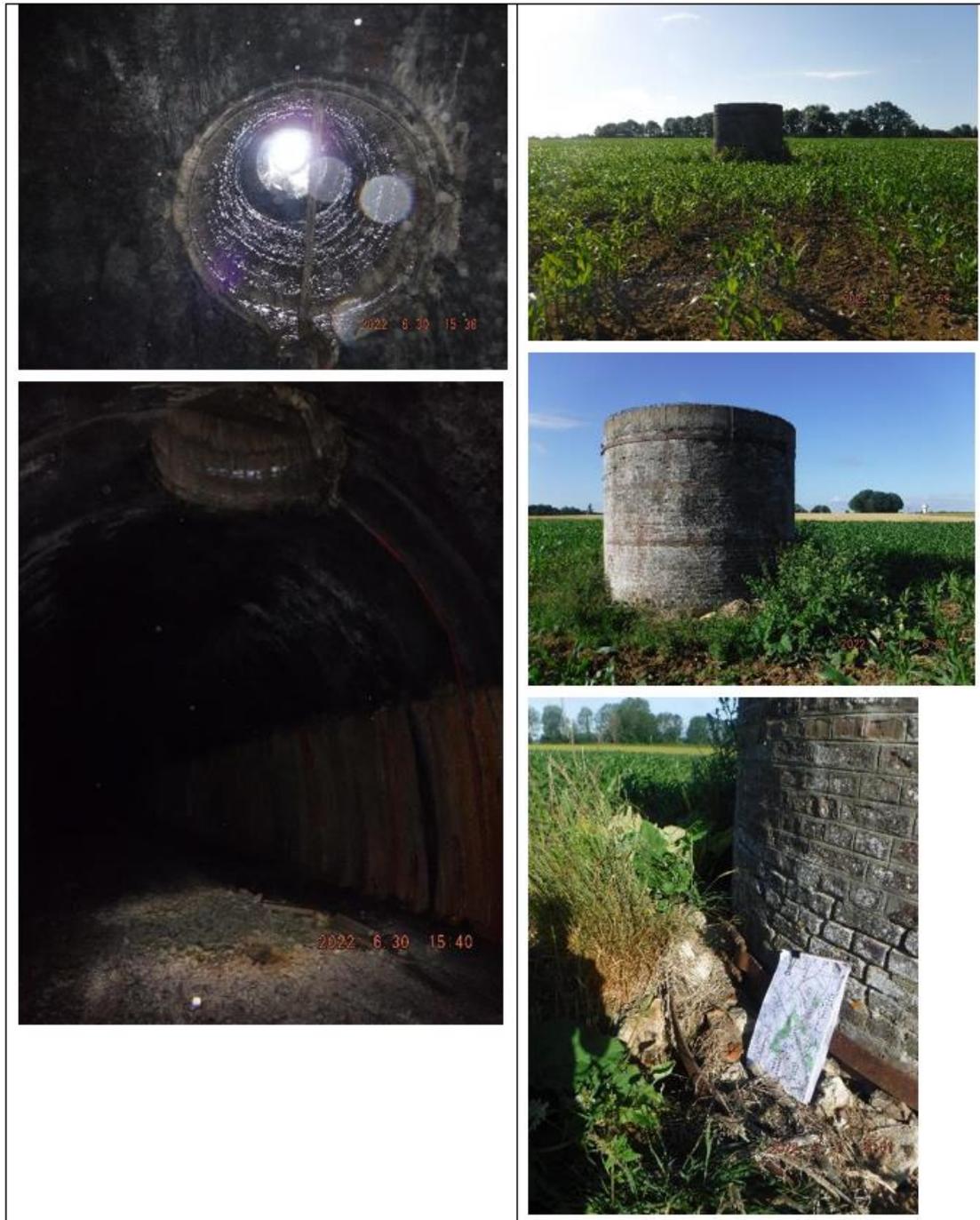


Figure 9 : Photos de la cheminée d'aération CA2

Perspectives

Afin d'appréhender l'aire d'alimentation du tunnel, les données, notamment piézométriques, restent maigres. Si l'analyse du contexte géomorphologique revêt une grande importance (identification de vallées sèches et bétoires notamment), l'acquisition de données quantitatives bien ciblées apparaît nécessaire, notamment dans les thalwegs adjacents à ce « drain géant » que constitue le tunnel.

Une connaissance plus précise de l'aire d'alimentation apparaît souhaitable afin de cibler les secteurs sur lesquels porter l'étude de vulnérabilité. La réalisation d'une carte piézométrique pourrait être envisagée, notamment pour illustrer l'effet drainant du tunnel, mais probablement pas sans prévoir la construction de piézomètres. Un inventaire préalable des points d'eau accessibles et représentatifs est requis pour le préciser.

En outre, la baisse de productivité peut-elle également être liée à une évolution des conditions de recharge de l'aquifère ? L'acquisition de chroniques de suivi quantitatif réalisée par compteur volumétrique/débit-métrique et/ou installation d'une station limnimétrique permettra à l'avenir de mieux appréhender l'origine de cette baisse.