

Avec le soutien de :



COLLOQUE GESTION DES EAUX SOUTERRAINES

Du 15 au 17 février 2023
à l'ENSEGID - Bordeaux INP

LE TUNNEL FERROVIAIRE DE SAINT-ANDRE-D'HEBERTOT (CALVADOS) UN CAPTAGE D'EAU ATYPIQUE

Aurélie RICAUD / Yann CLOAREC

Session 6 – Gestion des
ressources karstiques et de socle



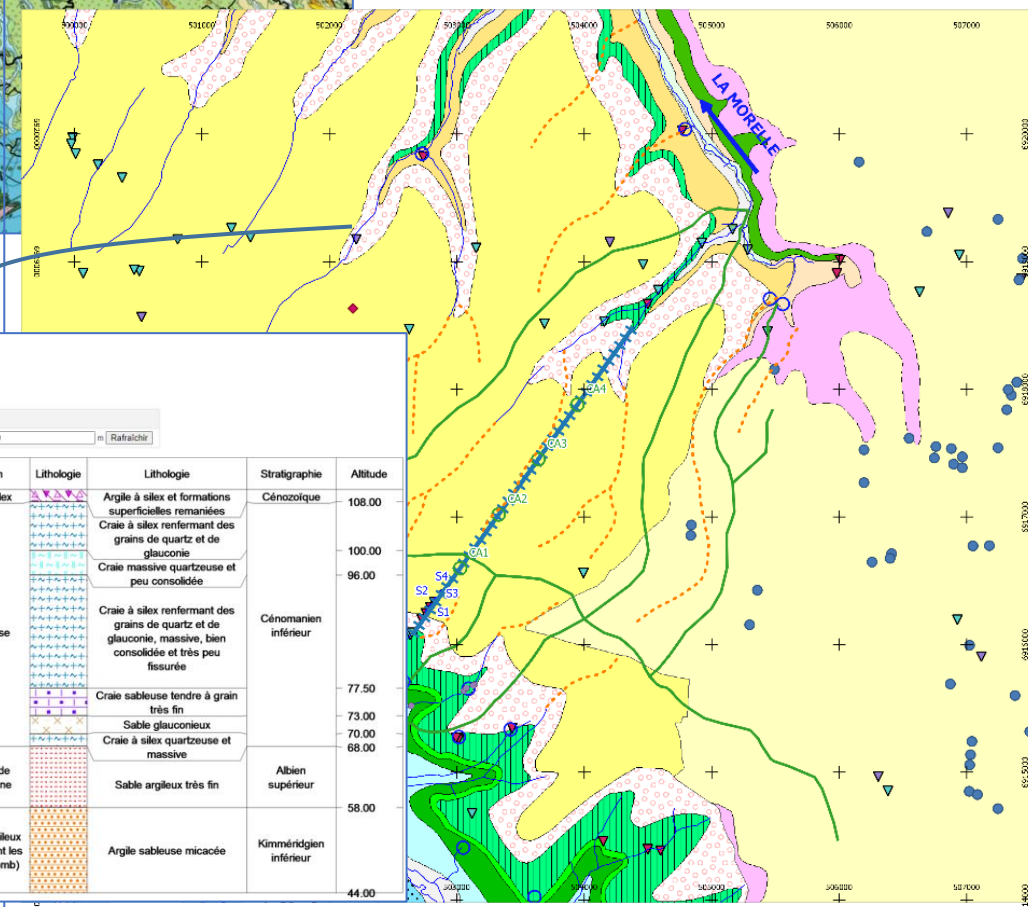
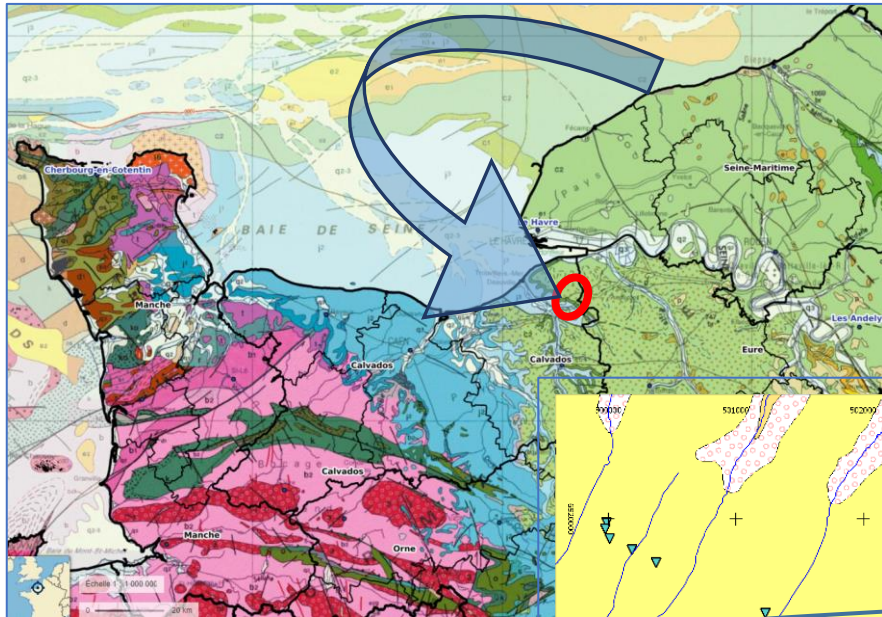
Source CERCLE PHILATÉLIQUE LEXOVIEN cpl14.fr



Géographie / Géologie

Département du Calvados,
Pays d'Auge

- ✓ Crétacé discordant sur argiles & calcaires jurassiques
- ✓ Structure tabulaire - léger pendage vers le nord-est
- ✓ Plateau profondément entaillé par le réseau hydrographique



Ltude des ressources en eau du tunnel de Saint-André d'Hébertot

Contexte géologique

++ Tunnel ferroviaire d'Hébertot

Géomorphologie ligne

- crête topographique
- - - thalweg

Géomorphologie point

- source
- charnière d'inversion
- Bâtoires (source SCSIS Seine-Normandie)

Ouvrages de la Banque du Sous-Sol

- ▽ AFFLEUREMENT-EAU
- ▽ FORAGE
- ▽ PUTS
- ▽ SOURCE
- ▽ SOURCE (source Infoterre)
- ◆ naturelle

Legende de la géologie BRGM 1:50 000 harmonisée

Notation	Description
LP	Limons des plateaux
Re	Argiles à silex et ses résidus sur les pentes
c7	Cénomanien en Craie et craie grise à bancs de silex noirs
c7a	Cénomanien en Glaucoune de base
c7b	Glaucoune
e1	Albien
j8	Kimmeridgien - Argiles et calcaires nummulites
j/a	Séculaires - Sables de Glon

0 250 500 750 m

calligée STAFF DE SAINT-BENOIT D'HEBERTOT

Fond cartographique : Carte géologique 50 000 - harmonisée
Source : <http://geoservices.brgm.fr/geologie/>
Système de coordonnées : RGFS Lambert 93
Cartes 2D/3D : 19-20-21-22-23-24-25-26-27-28-29-30-31-32-33-34-35-36-37-38-39-40-41-42-43-44-45-46-47-48-49-50-51-52-53-54-55-56-57-58-59-60-61-62-63-64-65-66-67-68-69-70-71-72-73-74-75-76-77-78-79-80-81-82-83-84-85-86-87-88-89-90-91-92-93-94-95-96-97-98-99-00

Au droit du tunnel :

Couverture de Limons +
Argile à silex

Sur Craie du
Cénomanien :
ép. 30-40m voire +

BSS000GJMK
00978X1000/S3
Log valide

Profondeur De 0.0 à 66.0 m Rafraîchi

Profondeur	Formation	Lithologie	Lithologie	Stratigraphie	Altitude
2.00	Argiles à silex		Argile à silex et formations superficielles remaniées	Cénozoïque	108.00
10.00	Craie glauconieuse		Craie à silex renfermant des grains de quartz et de glauconie	Cénomanien inférieur	100.00
14.00			Craie massive quartzreuse et peu consolidée		96.00
32.50			Craie à silex renfermant des grains de quartz et de glauconie, massive, bien consolidée et très peu fissurée		77.50
37.00	Glaucoune de base albienne		Craie sableuse tendre à grain très fin	Albien supérieur	73.00
40.00			Sable glauconieux		70.00
42.00	Calcaires argileux et argiles (dont les bancs de Plomb)		Craie à silex quartzreuse et massive	Kimmeridgien inférieur	68.00
52.00			Sable argileux très fin		58.00
66.00			Argile sableuse micacée		44.00

Hydrogéologie

✓ Entité BDLISA 123BX01 - Marnes et craie marneuse, sableuse et glauconieuse du Cénomanien du Bassin Parisien du Lieuvin-Ouche - Pays d'Auge - bassin versant de la Touques (bassin Seine-Normandie)

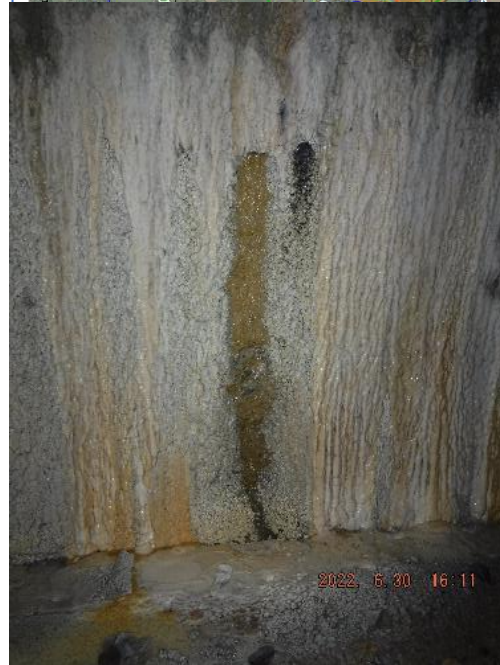
✓ Aquifère « mixte » : porosité de matrice, fissure / fracture voire karstique

0 bétoire active repérée en surface

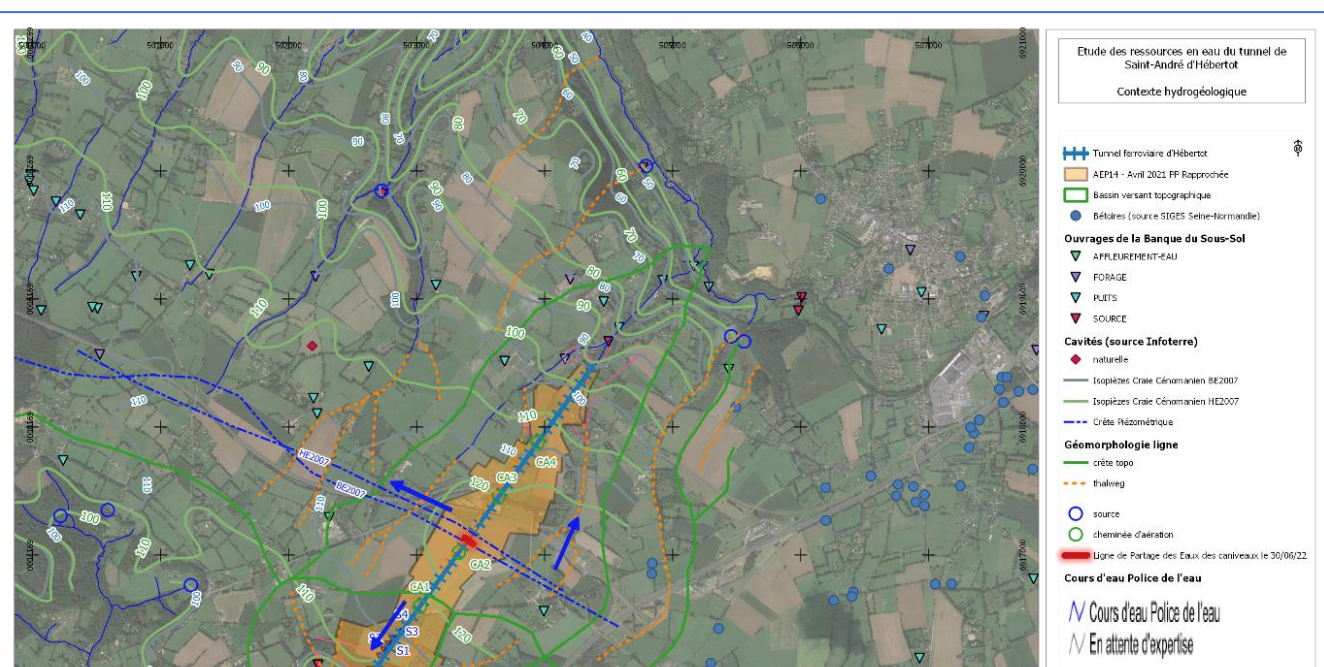
✓ Nappe libre sur mur argileux : écoulement +/- suivant topo, sources à flanc de côteaux

*(piézos atlas hydro « modélisées »...
0 piézométrie locale de terrain)*

✓ Couverture des limons & argiles à silex inhomogène (épaisseur, extension)



Source en pied de coteau sur thalweg adjacent



fissures productives affectant la Craie vues depuis l'intérieur du tunnel

Caractéristiques du captage

Captage S2

4 chambres de captage

Captage S1



2 caniveaux



Figure 12 : Photos de barbacanes sur pied droit et du caniveau Est vers St-André-d'Hébertot



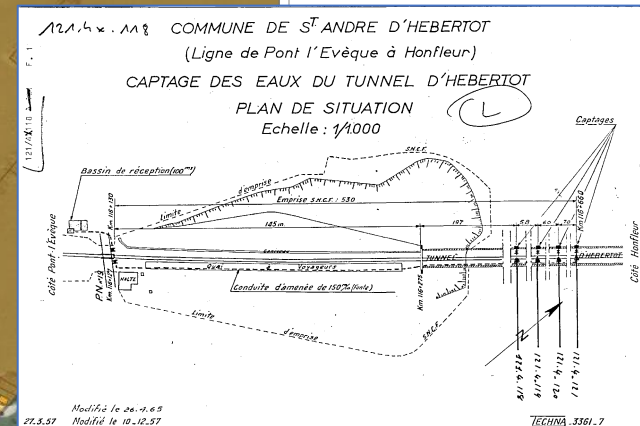
sources en eau du tunnel de St-André d'Hébertot
réalisation du captage



Figure 14 : Photos des prises d'eau aux exutoires des caniveaux Est (gauche) et Ouest (droite)

Figure 9 : Photographies du captage S2

Bâche tampon
Station de traitement

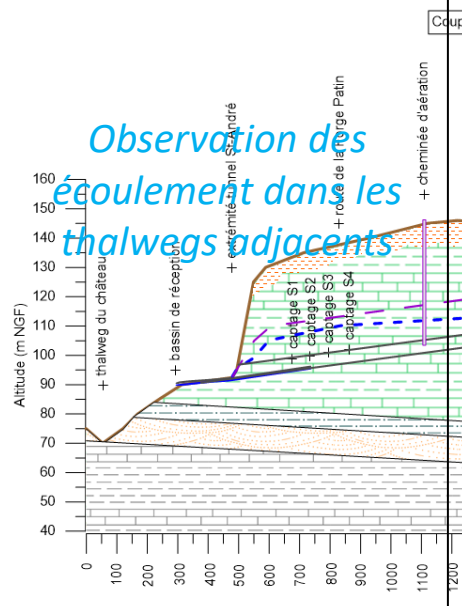


503000

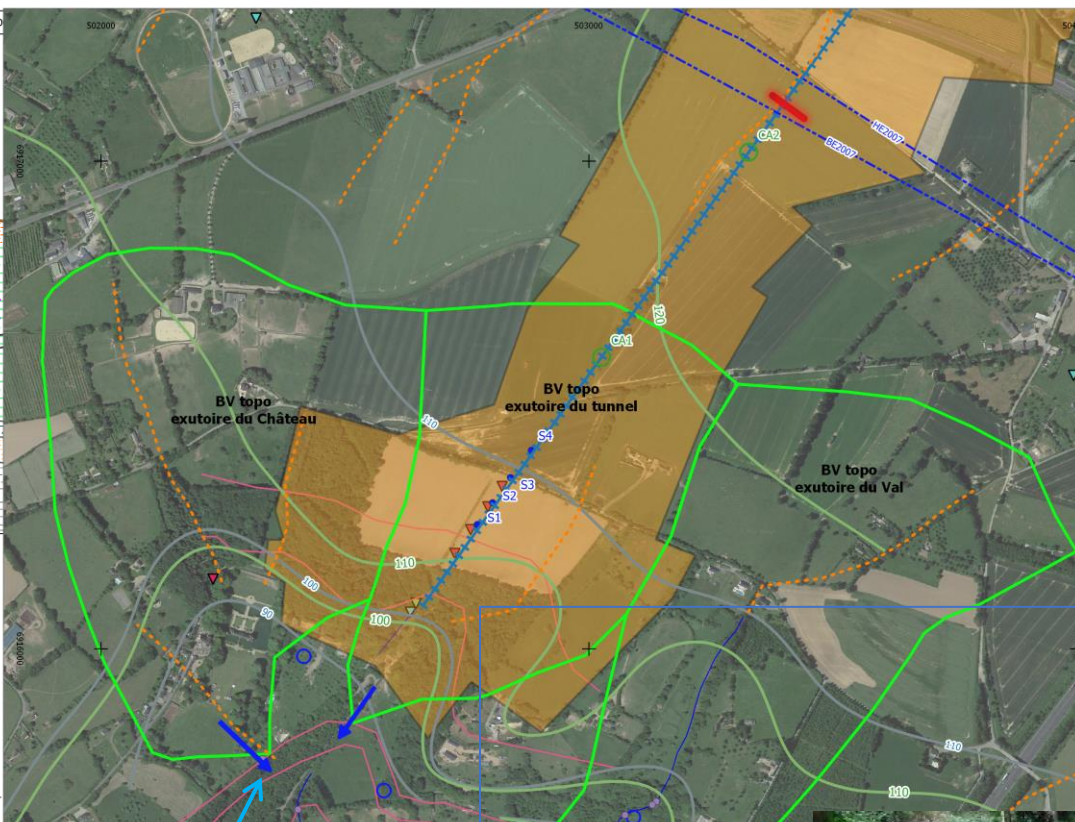
Volume annuel moyen depuis 2010 : 214 000 m³
Production journalière moyenne 600-650 m³ (Δ400-1000 m³/j)

0 comptage total

Fonctionnement hydraulique du captage



Observation des écoulements dans les thalwegs adjacents



Etude des ressources en eau du tunnel de Saint-André d'Hébertot

Examen des écoulements voisins

- Tunnel ferroviaire d'Hébertot
- AEP14 - Avril 2021 PP Rapprochée
- KLG_sous_BV_Topo
- Bétoires (source SIGES Seine-Normande)
- Ouvrages de la Banque du Sous-Sol
 - AFFLEUREMENT-EAU
 - FORAGE
 - PUTS
 - SOURCE
- Cavités (source Infoterre)
 - naturelle
- Isopièzes Craie Cénomaniennes BE2007
- Isopièzes Craie Cénomaniennes HE2007
- Crête Pléistocène
- Cours d'eau Police de l'eau
- Cours d'eau Police de l'eau
- En attente d'expertise
- Géomorphologie ligne
 - thalweg
- source
- cheminée d'aération
- Ligne de Partage des Eaux des caniveaux le 30/06/22
- Nappe « au repos »
- Nappe drainée

- Légende géologie :
- Argiles à silex
 - Craie du Cénomaniennes
 - Glauconie de base (sable argileux, argile)
 - Albien : argiles du Gault sur sables quartzeux
 - Argiles et calcaires marneux du Jurassique supérieur



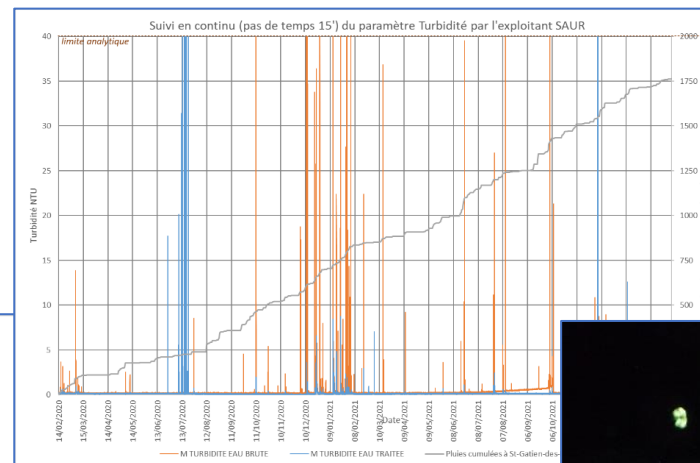
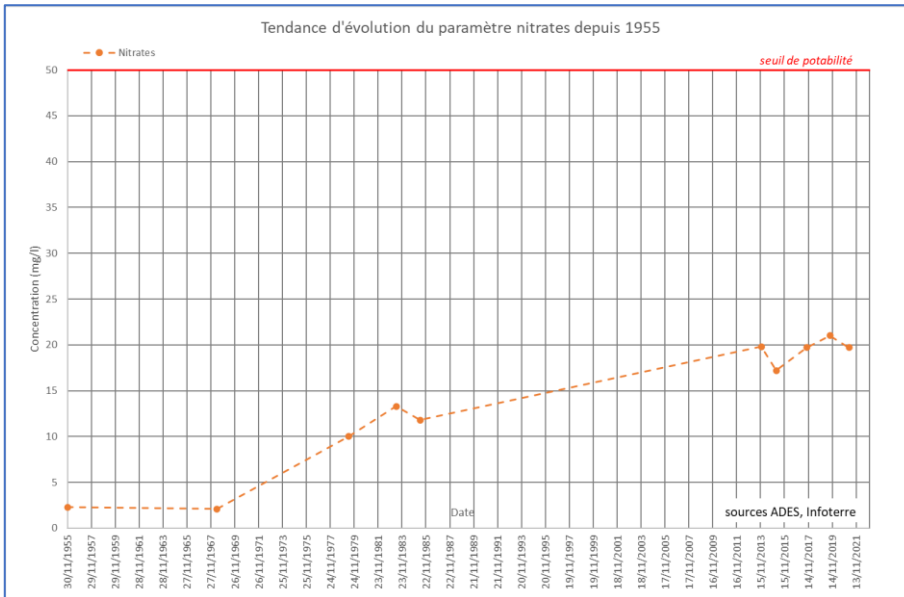
Source du Château



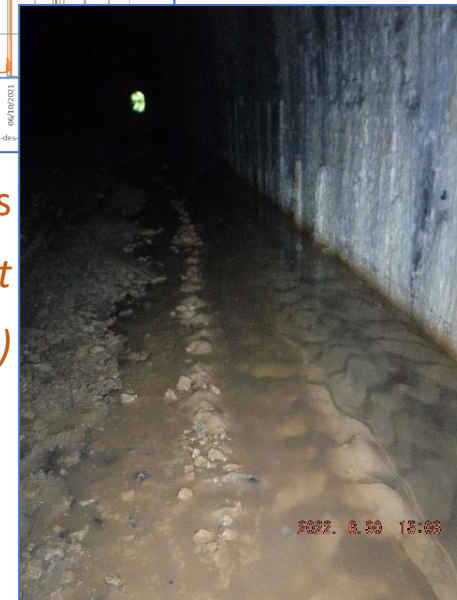
Source du Val Mahaut

Qualité de la ressource*

- ✓ Paramètres physico-chimiques stables
- ✓ Nitrates stables, autour de 20 mg/l



Pics de turbidité EB corrélés aux précipitations (*cohérent avec dépôts dans caniveaux*)



- ✓ Paramètres microbiologiques* : présence possible d'indicateurs de contamination fécale (quoique en faible quantité)
- ✓ Produits phytosanitaires et métabolites* : traces de métabolites d'atrazine (herbicide interdit depuis 2003) MAIS AUSSI présence d'herbicides « contemporains » sur analyse de 2021 (< limite de qualité des EDCH)

* : sur 5 analyses période 2013-2021...

Qualité de la ressource

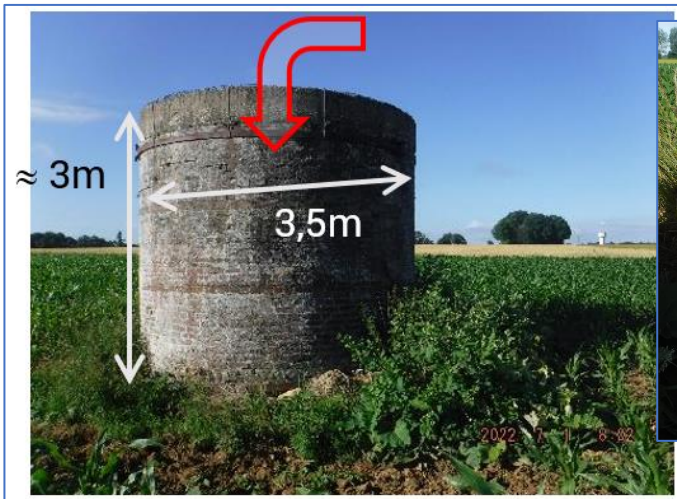
Une ressource de bonne qualité, mais fragile !!

... & des sources de vulnérabilité inhérentes au type de captage



2
entrées

côté Quetteville



4
cheminées
d'aération

Intrusion directe (grilles ??), déversement, aérosols, Infiltrations préférentielles

Aire d'alimentation & disponibilité de la ressource

... de nombreuses inconnues !! :

- ✓ ∅ comptabilisation des débit & volume émergeant des deux extrémités du tunnel
- ✓ ∅ comptabilisation des débit & volume drainés par les thalwegs adjacents
- ✓ ∅ piézométrie locale de terrain
- ✓ Forte amplitude locale des précipitations, d'où hypothèses de pluies efficaces et recharge annuelles : 150 à 250 mm

... & des présomptions : baisse de productivité des chambres de captage (ayant historiquement conduit le SIAEP à dériver une partie de l'eau des caniveaux pour alimenter la station de production), imputée au colmatage progressif des arrivées d'eau par précipitation de carbonates

Ou à l'évolution des conditions de recharge de l'aquifère liées au changement climatique ??

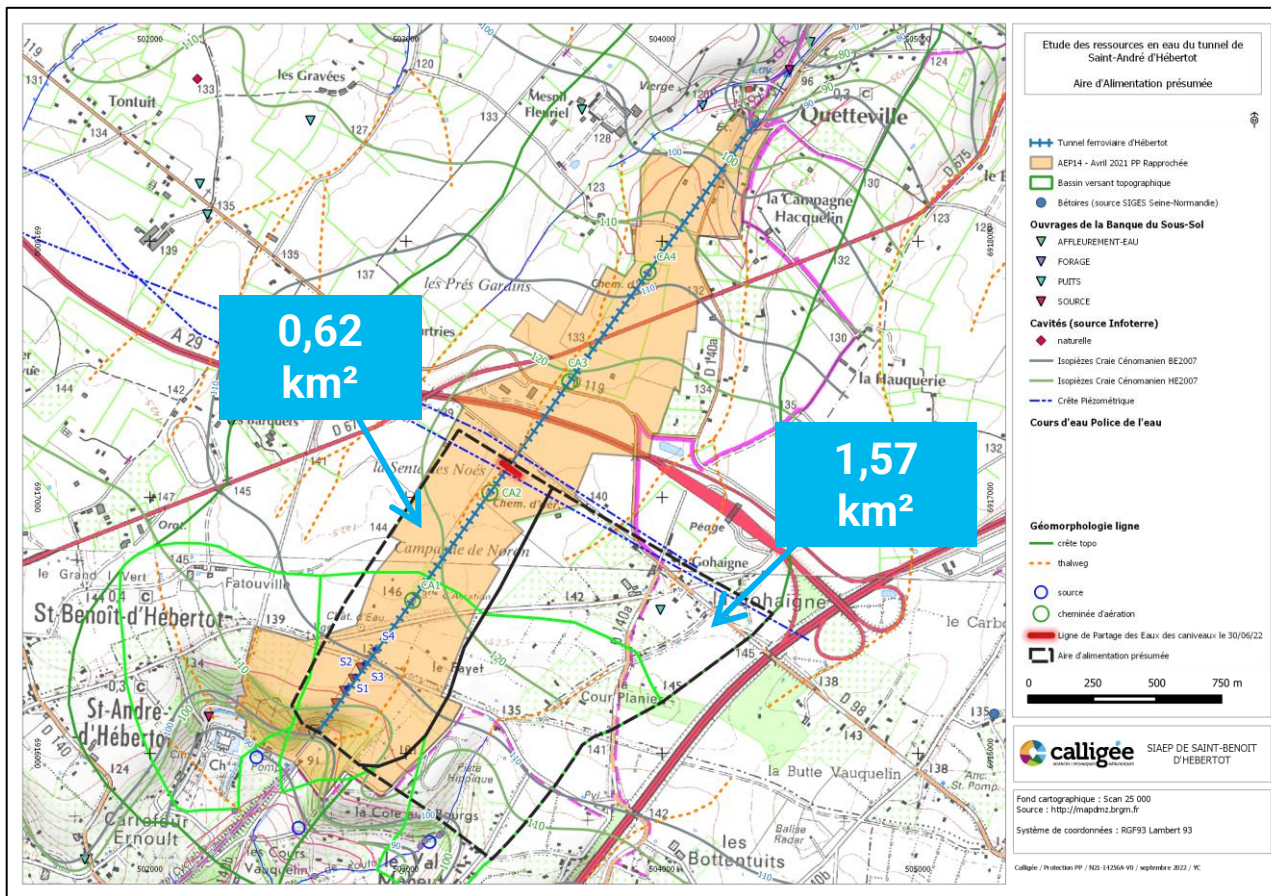
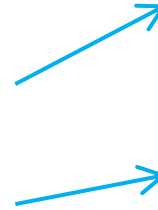
Ebauche de délimitation d'AAC

Critères de définition :

- ✓ Aire nécessaire à l'approvisionnement de prélèvements d'eau dans la nappe
- ✓ Contextes géomorphologique, piézométrique
- ✓ Fonctionnement hydraulique du captage

Pluies efficaces et recharge annuelles : 150 à 250 mm

Volumes mis en distribution (212 000 à 237 000 m³) ou écoulé à l'exutoire du tunnel (457 500 à 788 400 m³)



Suivant l'état actuel des connaissances, des hypothèses & résultats très variables

Perspectives, proposition d'investigations complémentaires

- ✓ Suivi quantitatif en continu (compteur volumétrique/débitmétrique et/ou station limnimétrique) :
 - Exutoire du tunnel côté St-André
 - Ruisseaux adjacents : Fontaine de Routot, exutoire des sources du Château de St-André
 - Exutoire du tunnel côté Quetteville

- ✓ Carte piézométrique : inventaire préalable des points d'eau accessibles, réalisation de piézomètres

- ✓ Quid de la protection de la ressource



*D'autres retours
d'expérience ??*

Merci de votre attention !!