Grand Besançon Métropole

PROJET DE CREATION D'UN NOUVEAU CIMETIERE

AVANNE-AVENEY

DOSSIER D'ENQUETE PUBLIQUE

PIECES G1 ET G2

ETUDE HYDROGEOLOGIQUE DE 2016

ETUDE HYDROGEOLOGIQUE DE 2023

COMMUNE D'AVANNE-AVENEY

PROJET DE NOUVEAU CIMETIÈRE

lieu-dit « Derrière Chaillot »

Etude hydrogéologique

CABINET REILÉ
Etudes Conseils Aménagements
7 rue Paul Dubourg - 25 720 Beure
Tel : 03.81.51.89.76
Fax : 03.81.51.27.11
www.cabinet-reile.fr

Commune d'AVANNE-AVENEY – Projet de nouveau cimetière		
Date	**Chargé d'études**	**Version**
06/10/2016	Nicolas ROBBE nicolas.robbe@cabinetreile.fr	1

SOMMAIRE

1 PRÉAMBULE 3
2 LOCALISATION 3
3 CONTEXTE GÉOLOGIQUE 6
4 COMPTE-RENDU DES INVESTIGATIONS 8
5 CONCLUSIONS 13

1 PRÉAMBULE

Le cimetière d'Avanne-Aveney est actuellement proche de la saturation. Dans le cadre de la révision de son PLU, la commune d'Avanne-Aveney a défini une zone d'aménagement (1AUEq) comprenant pour notamment un projet de salle polyvalente et la création d'un nouveau cimetière (voir plan p.5).

Conformément à l'article R2223-2 du Code Général des Collectivités Territoriales (modifié par Décret n°2011-121 du 28 janvier 2011 - art. 40) :

« Les terrains […] doivent être choisis sur la base d'un rapport établi par l'hydrogéologue. Ce rapport se prononce sur le risque que le niveau des plus hautes eaux de la nappe libre superficielle puisse se situer à moins d'un mètre du fond des sépultures. »

La commune d'Avanne-Aveney a confié au Cabinet REILÉ la réalisation d'une étude hydrogéologique sur les parcelles concernées par le projet d'extension du cimetière.

2 LOCALISATION

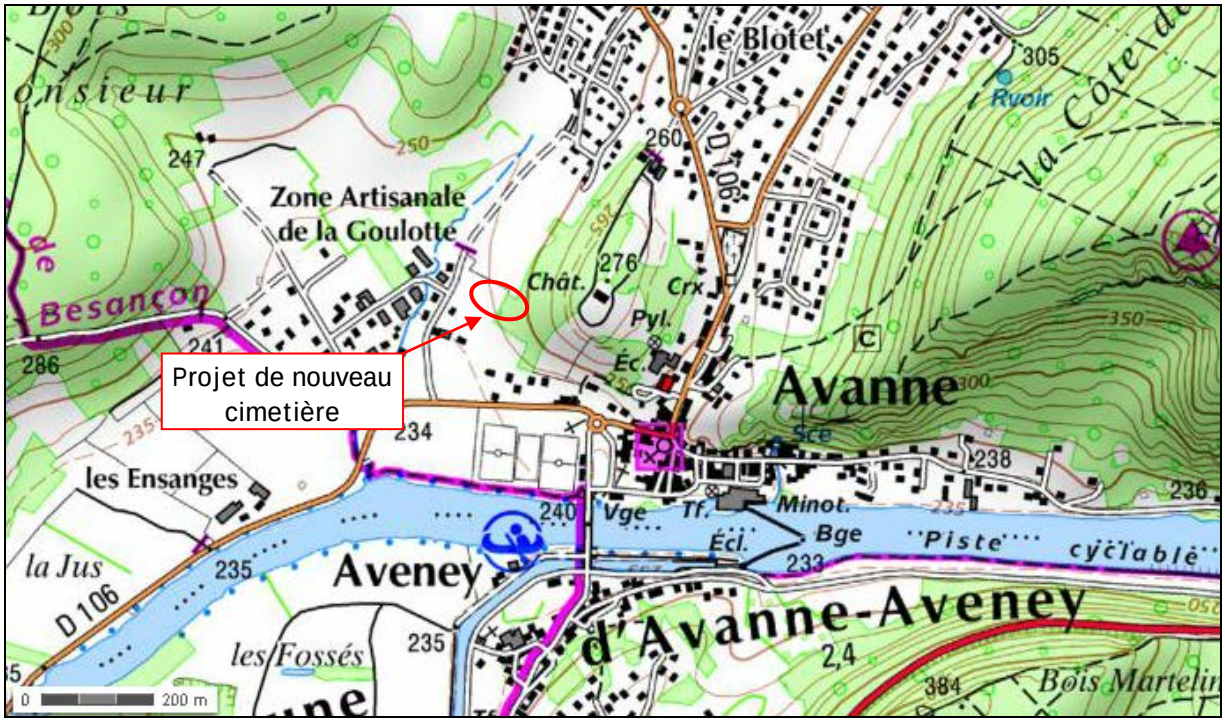
Avanne-Aveney est située au Sud-Ouest de l'agglomération de Besançon, de part et d'autres du Doubs.

Les parcelles concernées par le projet sont situées au lieu-dit « derrière Chaillot », entre la zone artisanale de la Goulotte et le Château, sur le versant Est d'un vallon :

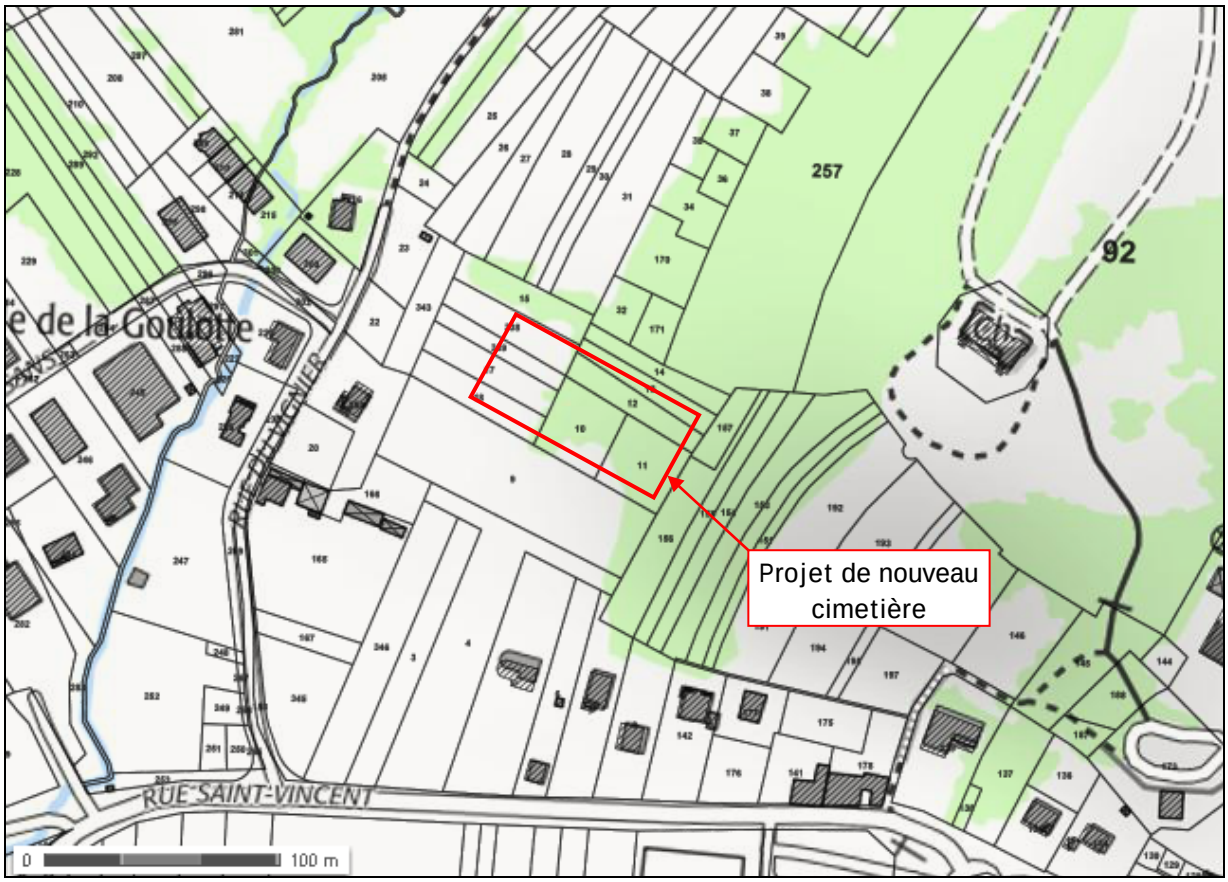
- Parcelles communales : AE 18, 338 et 339 ;
- Parcelles privées : AE 10, 11, 12, 13 et 17.

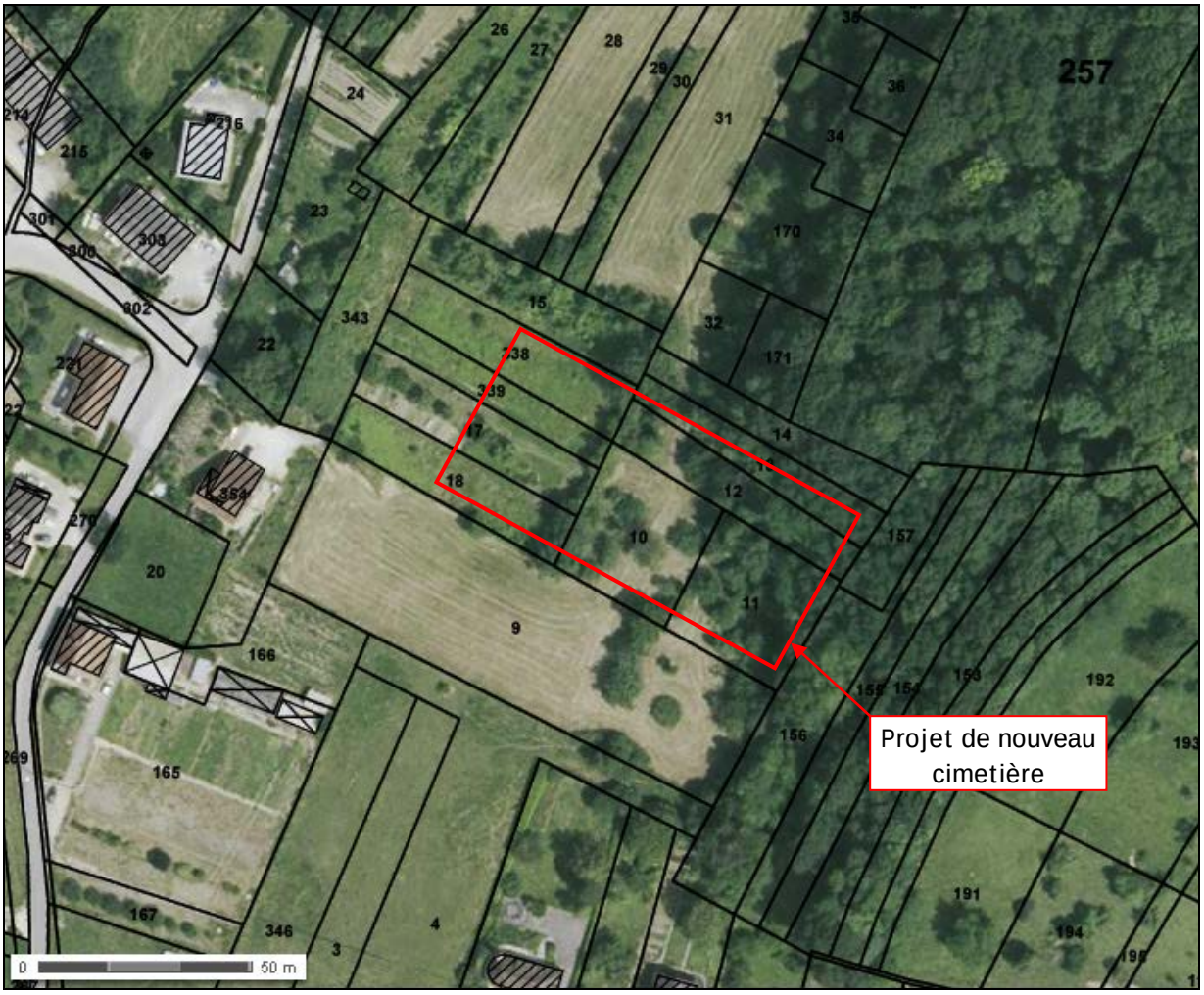
L'altitude du site est comprise entre 237 et 250 m environ. La pente moyenne du versant est de 5 à 20 % environ.

Un ruisseau temporaire est situé au plus près à 90 m des parcelles concernées.

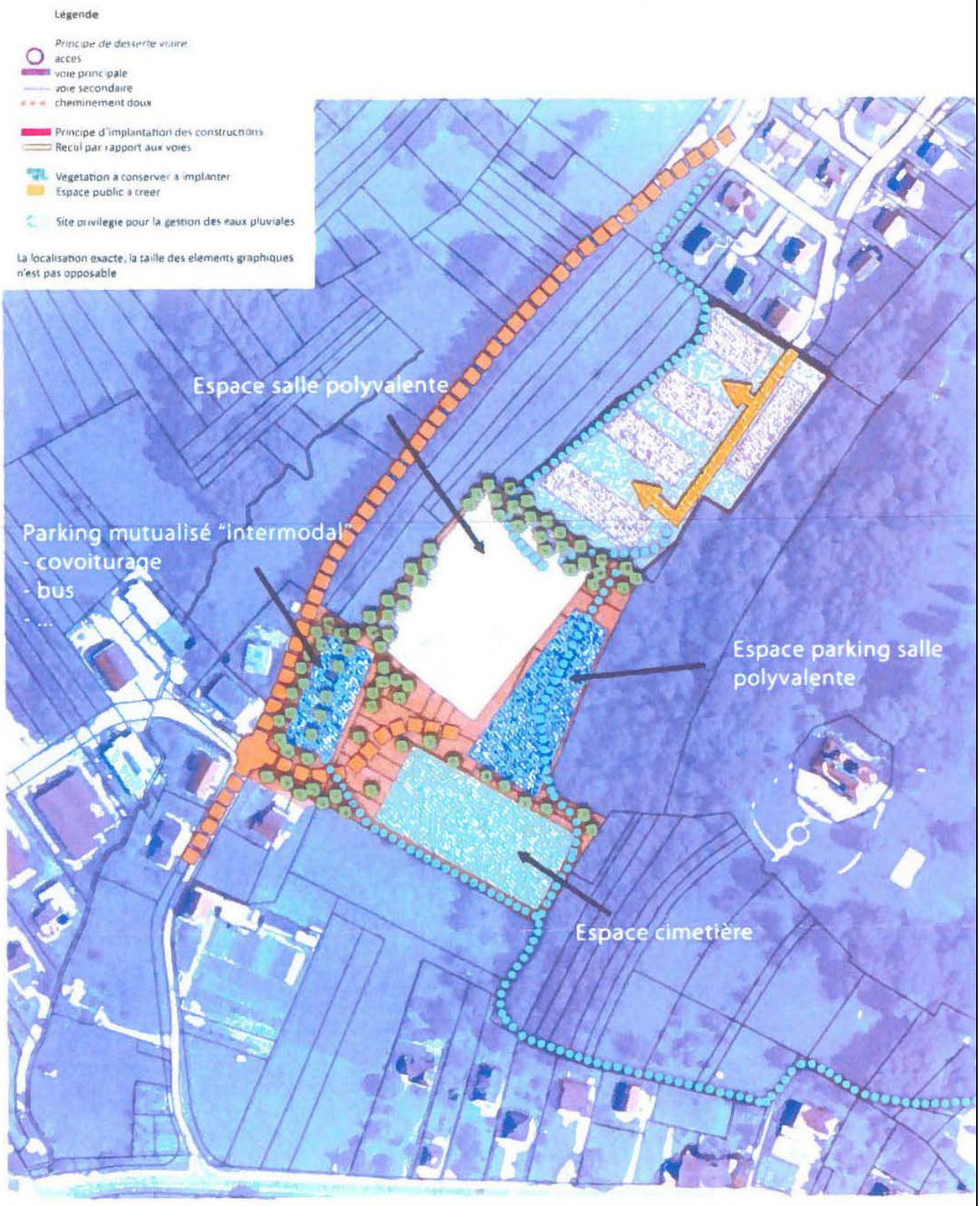


Localisation du projet sur carte topographique IGN


Projet de nouveau cimetière
RUE SAINT-VINCENT
257
92
0
100 m


Projet de nouveau cimetière
257
0
50 m

Objectifs et principes d'aménagement de la zone



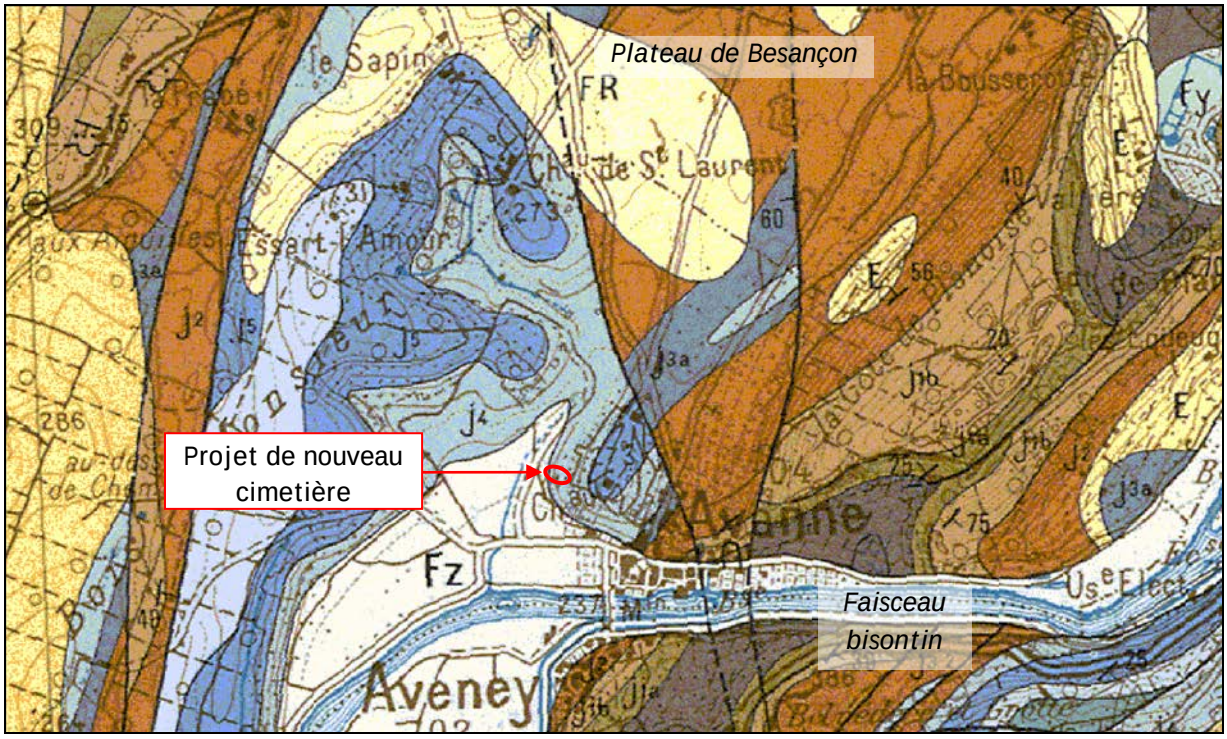
PLU Avanne-Aveney OAP 26

3 CONTEXTE GÉOLOGIQUE

Le village d'Avanne est situé à la limite entre deux unités tectoniques : le plateau de Besançon (ici à son extrémité Sud-Ouest) et le faisceau bisontin.

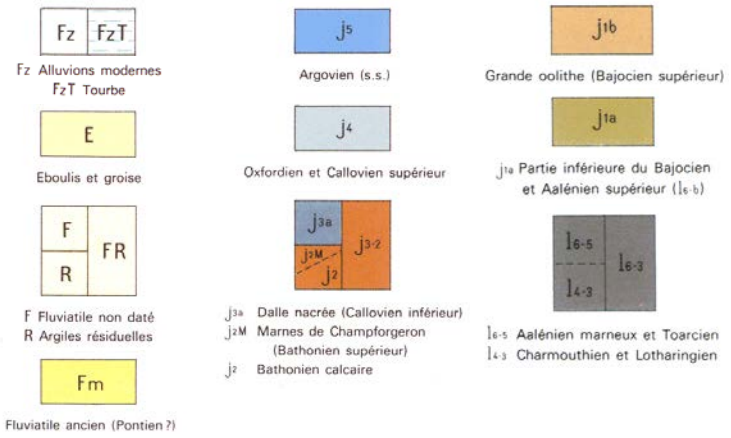
D'après la carte géologique BRGM de Besançon, le terrain concerné par le projet de nouveau cimetière est localisé dans l'étage géologique de l'Oxfordien (j4), composé de marnes bleues à Ammonites pyriteuses (épaisseur 30 à 50 m).

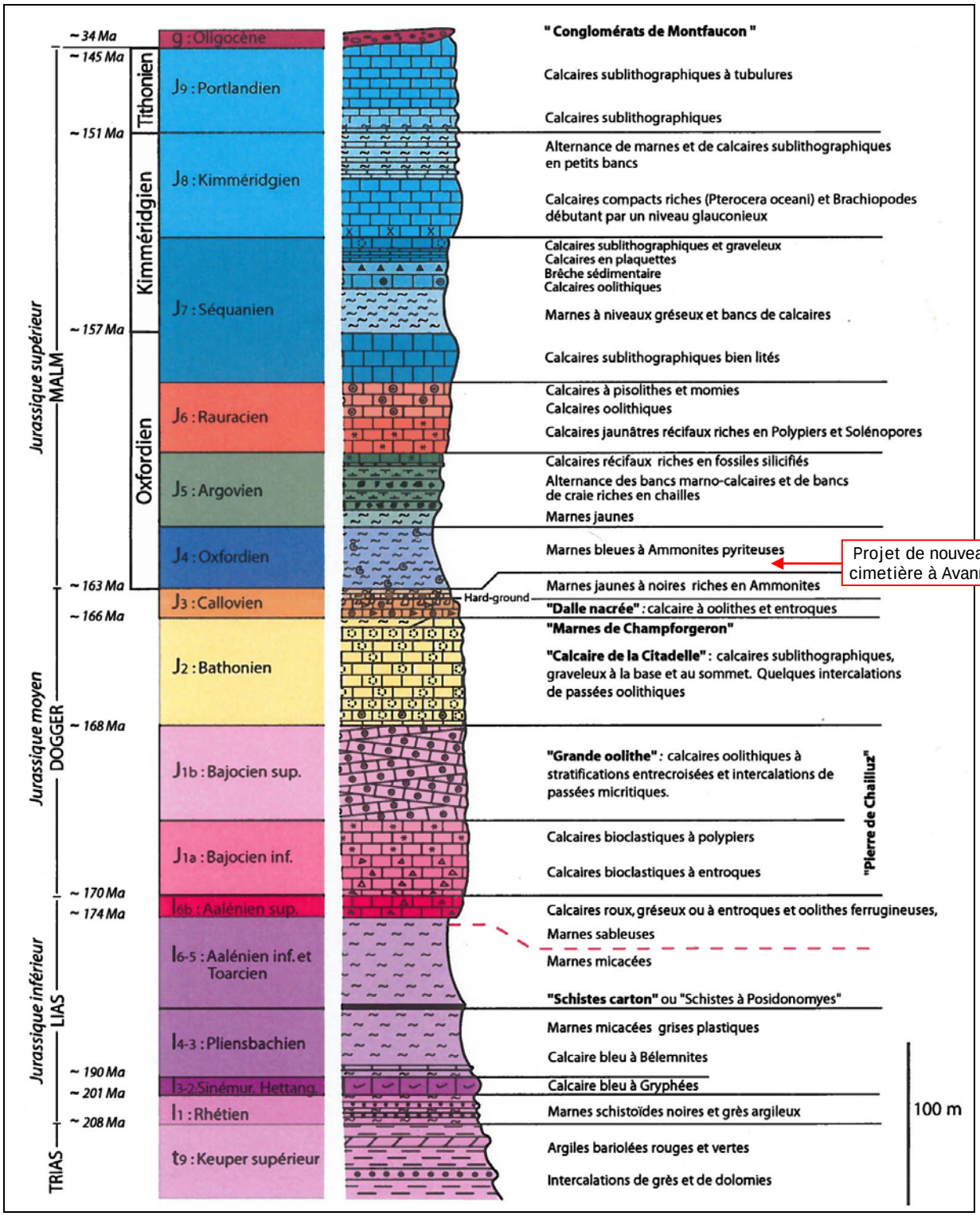
L'imperméabilité de ces terrains marneux explique la présence d'un ruisseau temporaire au fond du vallon de la Goulotte.



Extrait de la carte géologique BRGM de Besançon

<u>Légende</u>





Lithostratigraphie de la région de Besançon (Jura bisontin, Chauve & Rolin, 2015)

4 COMPTE-RENDU DES INVESTIGATIONS

Les investigations ont porté sur la réalisation de fouille à la mini-pelle mécanique. 6 sondages, réalisés le 04/10/2016, ont été répartis sur une partie des 8 parcelles concernées (voir localisation sur plan cadastral page suivante).

Faute d'accord de certains propriétaires, aucune fouille n'a été réalisée sur les parcelles AE 11/ 12 / 13. Néanmoins, les fouilles réalisées sont représentatives de l'ensemble de la zone du projet.

L'objectif de ces fouilles était de constater la présence ou l'absence d'eau à une profondeur équivalente à 1 m du fond des futures sépultures. Les terrains rencontrés ont également été décrits.

Département :
DOUBS

Commune :
AVANNE AVENEY

Section : AE
Feuille : 000 AE 01

Échelle d'origine : 1/1000
Échelle d'édition : 1/1250

Date d'édition : 06/10/2016
(fuseau horaire de Paris)

Coordonnées en projection : RGF93CC47
©2016 Ministère des Finances et des Comptes publics

DIRECTION GÉNÉRALE DES FINANCES PUBLIQUES

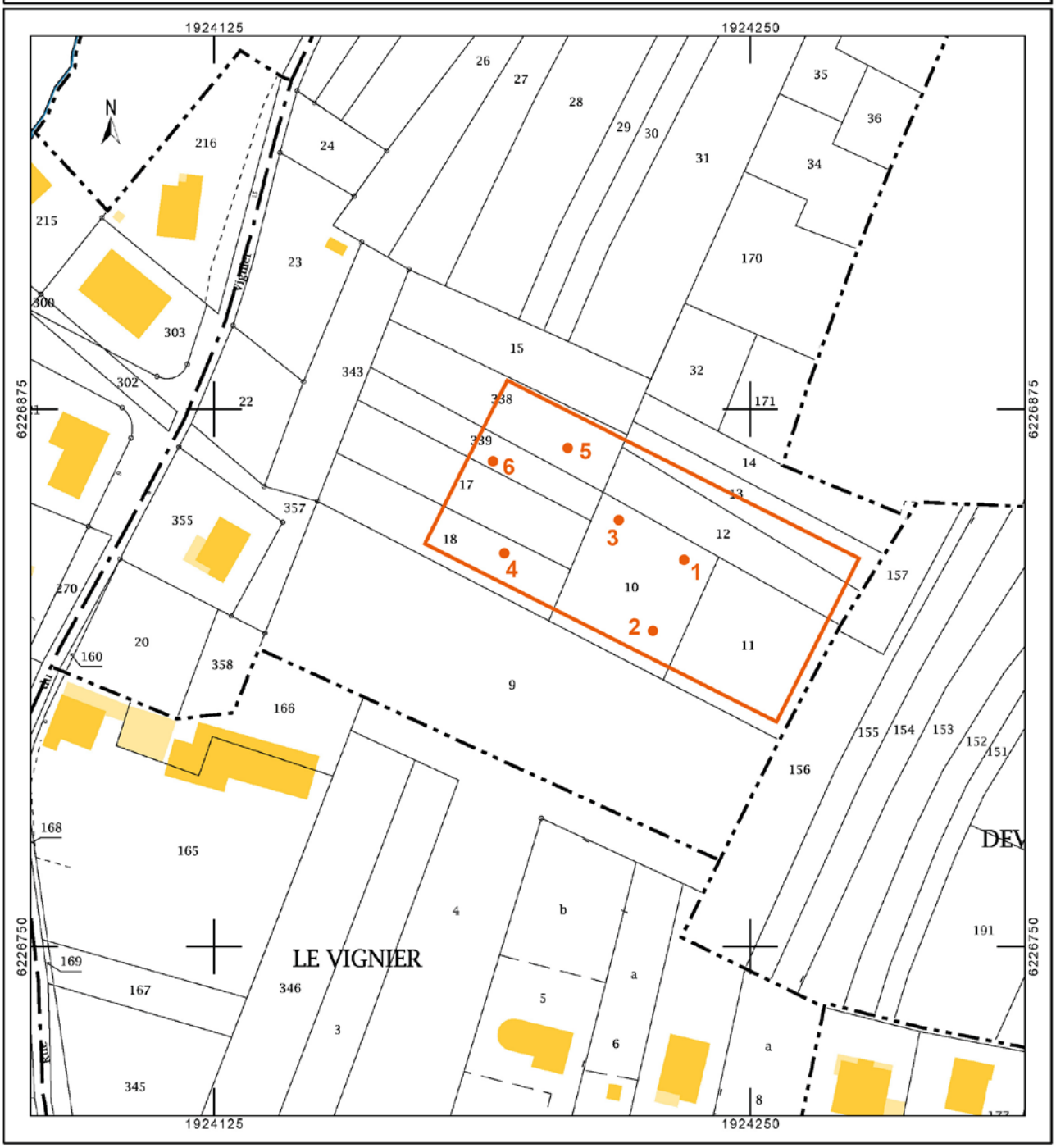
EXTRAIT DU PLAN CADASTRAL

Projet de nouveau cimetière
1 Sondage à la pelle mécanique

Le plan visualisé sur cet extrait est géré par le centre des impôts foncier suivant :
POLE TOPOGRAPHIQUE
CADASTRE BESANCON Réception
mardi 8h45-12h/13h30-16h et sur RdV
25042
25042 BESANCON CEDEX
tél. 03 81 47 24 00 -fax
cdif.besancon@dgfip.finances.gouv.fr

Cet extrait de plan vous est délivré par :

cadastre.gouv.fr



Coupes de sondage

Les 6 fouilles ont traversé des terrains globalement équivalents (Terre végétale – Limons argileux – Marnes), avec une très bonne tenue des parois.

- *Fouille n°1 :*

0 à 0,3 m : terre végétale brune
0,3 à 0,5 m : limons argileux brun avec quelques petits blocs calcaires
0,5 à 2,0 m : marnes gris bleuté clair, avec traces rouille d'oxydoréduction et quelques nodules marno-calcaires durs décimétriques
Arrêt à 2,0 m
Absence d'eau – Sols secs

- *Fouille n°2 :*

0 à 0,3 m : terre végétale brune
0,3 à 1,0 m : limons argileux bruns
1,0 à 2,0 m : marnes gris bleu, avec traces rouille d'oxydoréduction
Arrêt à 2,0 m
Absence d'eau – Sols secs

- *Fouille n°3 :*

0 à 0,25 m : terre végétale brune
0,25 à 0,5 m : limons argileux bruns
0,5 à 2,0 m : marnes gris bleu, avec traces rouille d'oxydoréduction et quelques nodules marno-calcaires durs décimétriques
Arrêt à 2,0 m
Absence d'eau – Sols secs

- *Fouille n°4 :*

0 à 0,25 m : terre végétale brune
0,25 à 0,4 m : limons argileux bruns
0,4 à 2,0 m : marnes gris bleu, avec traces rouille d'oxydoréduction et quelques nodules marno-calcaires durs décimétriques
Arrêt à 2,0 m
Absence d'eau – Sols secs

- *Fouille n°5 :*

0 à 0,3 m : terre végétale brune
0,3 à 0,5 m : limons argileux bruns
0,5 à 2,0 m : marnes gris bleu, avec traces rouille d'oxydoréduction et quelques nodules marno-calcaires durs décimétriques
Arrêt à 2,0 m
Absence d'eau – Sols secs

- *Fouille n°6 :*

0 à 0,3 m : terre végétale brune
0,3 à 0,5 m : limons argileux bruns
0,5 à 2,0 m : marnes gris bleu, avec traces rouille d'oxydoréduction
Arrêt à 2,0 m
Absence d'eau – Sols secs

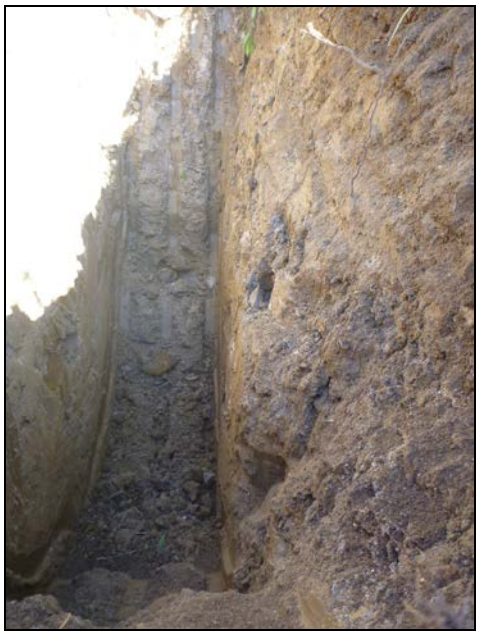
Fouille n°1

Fouille n°2

Fouille n°3

Fouille n°4

Fouille n°5



Fouille n°6

Présence d'eau

Aucune venue d'eau n'a été rencontrée dans les 6 sondages.

Les formations géologiques traversées sont à dominante marneuse et imperméable (marnes de l'Oxfordien). Il n'y a pas de nappe libre superficielle permanente ou temporaire (hydrogéologiquement parlant).

Toutefois, les traces rouille à orangé rencontrées de manière homogène dans les marnes traversées par les 6 sondages sont des traces d'hydromorphie, dues à un phénomène d'oxydoréduction (voir photo ci-dessous).

Bien que ces marnes soient a priori très peu perméables, ces traces d'hydromorphie révèlent une saturation temporaire en eau des marnes.

Cette saturation temporaire est due uniquement à l'infiltration des eaux de pluie. Il ne s'agit pas de remontée de nappe.

Détail des marnes et traces orangées d'oxydoréduction (hydromorphie)

5 CONCLUSIONS

Il n'y a pas de nappe libre superficielle permanente ou temporaire (au sens hydrogéologique du terme) dans les terrains sur lesquels la commune d'Avanne-Aveney projette de créer un nouveau cimetière.

Toutefois, les traces d'hydromorphie observées dans les marnes révèlent leur saturation temporaire en eau.

Cette saturation temporaire est due uniquement à l'infiltration des eaux de pluie. Il n'y a pas de risque de remontée de nappe.

Il convient de dire que les sols filtrants et drainants conviennent mieux à l'implantation d'un cimetière. Ceci n'est pas le cas au lieu-dit « derrière Chaillot » à Avanne-Aveney, où le substrat marneux est peu perméable. En l'état, le risque d'accumulation temporaire en eau (par infiltration des eaux de pluie) au fond des sépultures est important.

Afin d'éviter cette situation, il conviendra de réaliser une tranchée drainante périphérique à l'amont du cimetière. La base de cette tranchée drainante devra correspondre au moins au niveau du fond des sépultures.

L'aménagement du cimetière devra être conçu de manière à éviter la percolation des eaux pluviales vers les caveaux.

ETUDE DE GESTION DES EAUX PLUVIALES

Construction d'un cimetière

Rue du Vignier

AVANNE-AVENEY (25 720)

Dossier 2502117 v1 – Février 2023

ECR environnement

Grand Besançon Métropole
La city, 4 Rue Gabriel Plançon
25 043 BESANÇON

Client

Nom	Grand Besançon Métropole (GBM)
Adresse	4, Rue Gabriel Plançon 25043 BESANCON
Interlocuteur	M. FERRI Mathias

ECR Environnement

Coordonnées Agence	Agence de Besançon ZA Sud « Les Prés Chalots » - 3, Rue du Bassin 25 220 ROCHE-LEZ-BEAUPRÉ Tel : 03 81 80 27 10 Mail : besancon@ecr-environnement.com
Responsable de Région	F. COME
Responsable d'agence	A. MARION
Chargé d'études	J. GRANDVOINNET

Date	Indice	Observation / Modification	Rédacteur	Vérificateur
29/08/2022	0	Première version	J. GRANDVOINNET	M. GUYOT
10/02/2023	1	Ajout de données piézométriques	J. GRANDVOINNET	M. GUYOT

Rédacteur	Vérificateur
J. GRANDVOINNET Chargé d'études - Hydrogéologue	M. GUYOT Chargé d'affaires Responsable du service Environnement

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION 5

1.1. OPERATION – INTERVENANTS 5
1.2. OBJET 5
1.3. INVESTIGATIONS REALISEES 5
1.4. DOCUMENTS DE REFERENCE 5
1.5. DOCUMENTS SOURCES 5

2. SITE ET PROJET 7

2.1. PLAN DE SITUATION DU PROJET 7
2.2. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE 9
2.3. TOPOGRAPHIE DU SITE ET BASSIN VERSANT 9
2.4. GEOLOGIE 10
2.5. HYDROGEOLOGIE 13
2.6. EAUX SURFACIQUES 17
2.7. RISQUES NATURELS ET TECHNOLOGIQUES 19
2.8. DESCRIPTION DU PROJET 24

3. CADRE REGLEMENTAIRE 24

3.1. PLAN LOCAL D'URBANISME ET AUTRES DOCUMENTS D'URBANISME 24
3.2. SCHEMA D'AMENAGEMENT ET DE GESTION DES EAUX (SAGE) 25
3.3. SITUATION REGLEMENTAIRE DE L'OPERATION 25
3.4. CODE GENERAL DES COLLECTIVITES TERRITORIALES – ARTICLE R2223-2 25

4. SUIVI PIEZOMETRIQUE SEMI-ANNUEL 26

4.1. LOCALISATION DE L'OUVRAGE 26
4.2. EQUIPEMENT DE L'OUVRAGE 26
4.3. RESULTATS 27
4.4. DISCUSSION 27

5. RESULTATS DES INVESTIGATIONS 28

5.1. NIVELLEMENT 28
5.2. LITHOLOGIE 28
5.3. PERMEABILITE 29

6. HYPOTHESE DE DIMENSIONNEMENT 30

6.1. SURFACE ACTIVE 30
6.2. PERIODE DE RETOUR 30
6.3. COEFFICIENTS DE MONTANA 31
6.4. DEBIT DE REJET MAXIMUM AUTORISE AU RESEAU COMMUNAL 31

7. DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES 31

8. SOLUTION(S) PROPOSEE(S) 32

8.1. GESTION CENTRALISEE - MISE EN PLACE D'UN OUVRAGE UNIQUE 32
8.2. GESTION DECENTRALISEE – DEUX OUVRAGES DE RETENTION 34
8.3. SYSTEME DE REGULATION DU DEBIT (DANS LE CADRE D'UN RACCORDEMENT AU RESEAU COMMUNAL) 36
8.4. SURVERSE 37
8.5. DRAINAGE ET REMBLAIEMENTS PERIPHERIQUES 38

9. REMARQUES IMPORTANTES 38

10. PRESCRIPTIONS RELATIVES AU PHENOMENE DE RETRAIT GONFLEMENT DES ARGILES 38

11. SCHEMATISATION DE LA SOLUTION RETENUE ET CONCLUSION 41

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation du secteur d'étude - Géoportail 7
Figure 2 : Vue aérienne du secteur d'étude - Géoportail 8
Figure 3 : Localisation du projet dans la section AE – Géoportail 8
Figure 4 : Parcelles cadastrales concernées par le projet – Géoportail 9
Figure 5 : Topographie du secteur d'étude - IGN 10
Figure 6 : Extrait de la carte géologique de BESANCON (N°502) – InfoTerre (BRGM) 11
Figure 7 : Ouvrages BSS à proximité du secteur d'étude – BRGM 12
Figure 8 : Entité hydrogéologique en lien avec le secteur d'étude – BDLISA 14
Figure 9 : Extrait de la carte des traçages menés sur la région de Besançon (1/25 000e) – IDEO BFC 15
Figure 10 : Cartographie des zones sensibles aux remontées de nappe autour du site d'étude – InfoTerre (BRGM) 17
Figure 11 : Réseau hydrographique à proximité du site – Géoportail 18
Figure 12 : Débit moyen mensuel du Doubs à proximité du secteur d'étude – Source inconnue 19
Figure 13 : Extrait du zonage réglementaire du PPRI du Doubs central – Préfet du Doubs (2008) 20
Figure 14 : Cartographie des zones sensibles aux remontées de nappe autour du site d'étude – InfoTerre (BRGM) 21
Figure 15 : Exposition au retrait/gonflement des argiles – InfoTerre (BRGM) 22
Figure 16 : Sites BASIAS à proximité du site d'étude – InfoTerre (BRGM) 23
Figure 17 : Plan projet du cimetière – GBM (21/01/2022) 24
Figure 18 : Localisation du Piézomètre 26
Figure 19 : Altitude du toit de la nappe et précipitations journalières pendant la période T = [30/08/22 – 19/01/2023] – ECR Environnement 27
Figure 20 : Schéma d'une chaussée à structure réservoir avec enrobé « classique » - ADOPTA 32
Figure 21 : EcoBloc 420 – module alvéolaire – GRAF 33
Figure 22 : Schéma de la coupe-type d'un organe de régulation de débit : orifice d'ajutage 36
Figure 23 : Diamètre d'un orifice circulaire en fonction du débit et de la charge - Source : Ajutage Bordeaux-Métropole 37
Figure 24 : Schéma du principe de la ceinture étanche 39
Figure 25 : Schéma du principe du dispositif de drainage périphérique de la maison 40
Figure 26 Schéma du principe de pose des canalisations 41

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Sources et références 6
Tableau 2 : Caractéristiques des ouvrages de la BSS autour du site – InfoTerre (BRGM) 13

Tableau 3 : Caractéristiques des sites BASIAS autour du site – InfoTerre (BRGM) 23
Tableau 4 : Nivellement des sondages 28
Tableau 5 : Résultats des essais de perméabilité 29
Tableau 6 : Niveau de perméabilité en fonction du type de matériaux 29
Tableau 7 : Estimation de la surface active du projet 30
Tableau 8 : Coefficients de montana de la station de Besançon pour une pluie de période 20 ans – Météo France 31
Tableau 9 : Débit de rejet autorisé 31
Tableau 10 : Volume utile requis pour la rétention seule – T = 20 ans 32
Tableau 11 : Dimensions indicatives dans le cas d'un bassin de rétention unique (30% de porosité) pour une pluie d'occurrence 20 ans 33
Tableau 12 : Dimensions indicatives dans le cas d'un bassin de rétention à module alvéolaire unique (90% de porosité) pour une pluie d'occurrence 20 ans 34
Tableau 13 : Dimensions indicatives dans le cas de la mise en place de deux ouvrages de rétention (30% de porosité) pour une pluie d'occurrence 20 ans. 34
Tableau 14 : Dimensions indicatives dans le cas de la mise en place de deux ouvrages de rétention (90% de porosité) pour une pluie d'occurrence 20 ans. 35
Tableau 15 : Diamètre d'ajutage du bassin 37

ANNEXES

Annexe 1 : Plan projet....
Annexe 2 : Plan de situation et d'implantation et coupes des sondages....
Annexe 3 : Essais d'infiltration....
Annexe 4 : Feuilles de calculs des dimensionnements....

1. INTRODUCTION

1.1. Opération – Intervenants

Opération : Etude de gestion des eaux pluviales

Adresse : Rue du Vignier – 25 720 AVANNE-AVENEY

Client : Grand Besançon Métropole (GBM)

1.2. Objet

Dans le cadre de la création d'un cimetière, le GBM a mandaté le bureau d'études ECR Environnement (agence de BESANÇON) pour réaliser une étude de gestion des eaux pluviales sur la parcelle rue du Vignier à AVANNE-AVENEY.

1.3. Investigations réalisées

La campagne d'investigation in situ pour les besoins de l'étude à compris :

- 4 essais de perméabilité de type MATSUO à niveau variable (PM1 à PM4) ;
- Un piézomètre de 8 m de profondeur avec sa coupe associée.

L'implantation des sondages, les coupes des sondages et les résultats des essais in-situ sont joints en Annexe 2 et 3.

1.4. Documents de référence

Les documents suivants nous ont été fournis pour la conduite de l'étude :

- Courriel de consultation daté du 22/04/2022 ;
- Un dossier de plans comprenant : plan projet (21/01/2022), plans en coupe (07/12/2021) et plans numériques au format dwg (12/05/2022).

1.5. Documents sources

La présente étude est basée sur les connaissances techniques et scientifiques acquises à la date de sa réalisation. Les différentes consultations menées pour la rédaction de ce rapport sont indiquées dans le tableau ci-après (*Cf. Tableau 1).*

Tableau 1 : Sources et références

Source	Type de consultation	Données disponibles	Date
BASES D'INFORMATION			
Conseil supérieur d'hygiène publique de France	Rapport d'avis du conseil supérieur d'hygiène publique de France	Données règlementaires en matière de cimetière, article de loi R2223-2	Janvier 2011
Eau France (ADES)	Internet (https://ades.eaufrance.fr/)	Données quantitatives et qualitatives relatives aux eaux souterraines	Consultation : 07/2022
BD LISA	Internet (https://bdlisa.eaufrance.fr/)	Données hydrogéologiques	Consultation : 07/2022
BRGM/INFOTERRE	Internet (Infoterre.brgm.fr)	Données géologiques, coupes techniques des ouvrages	Consultation : 07/2022
GEORISQUES	Internet (https://www.georisques.gouv.fr/)	PPRI, remontée de nappes, argiles gonflantes, etc…	Consultation : 07/2022
Météo France, météo ciel	Internet (Publitheque.meteo.fr)	Coefficient de Montana, Pluies brutes journalières, mensuelles…	Consultation : 07/2022
IGN	Internet (https://www.geoportail.gouv.fr)	Données topographiques	Consultation : 07/2022
CADASTRE	Internet (https://www.cadastre.gouv.fr)	Références cadastrales	Consultation : 07/2022

2. SITE ET PROJET

2.1. Plan de situation du projet

Le site d'étude se localise, Rue du Vignier, au sud-ouest de la commune d'AVANNE-AVENEY (25). Il concerne des vergers et des jardins en lisière d'un bois.

Les parcelles cadastrales mises en jeu sont un lot de parcelles à l'ouest de la section cadastrale AE d'environ 7 350 m^2 (*Cf. Fig 1 à 4*).

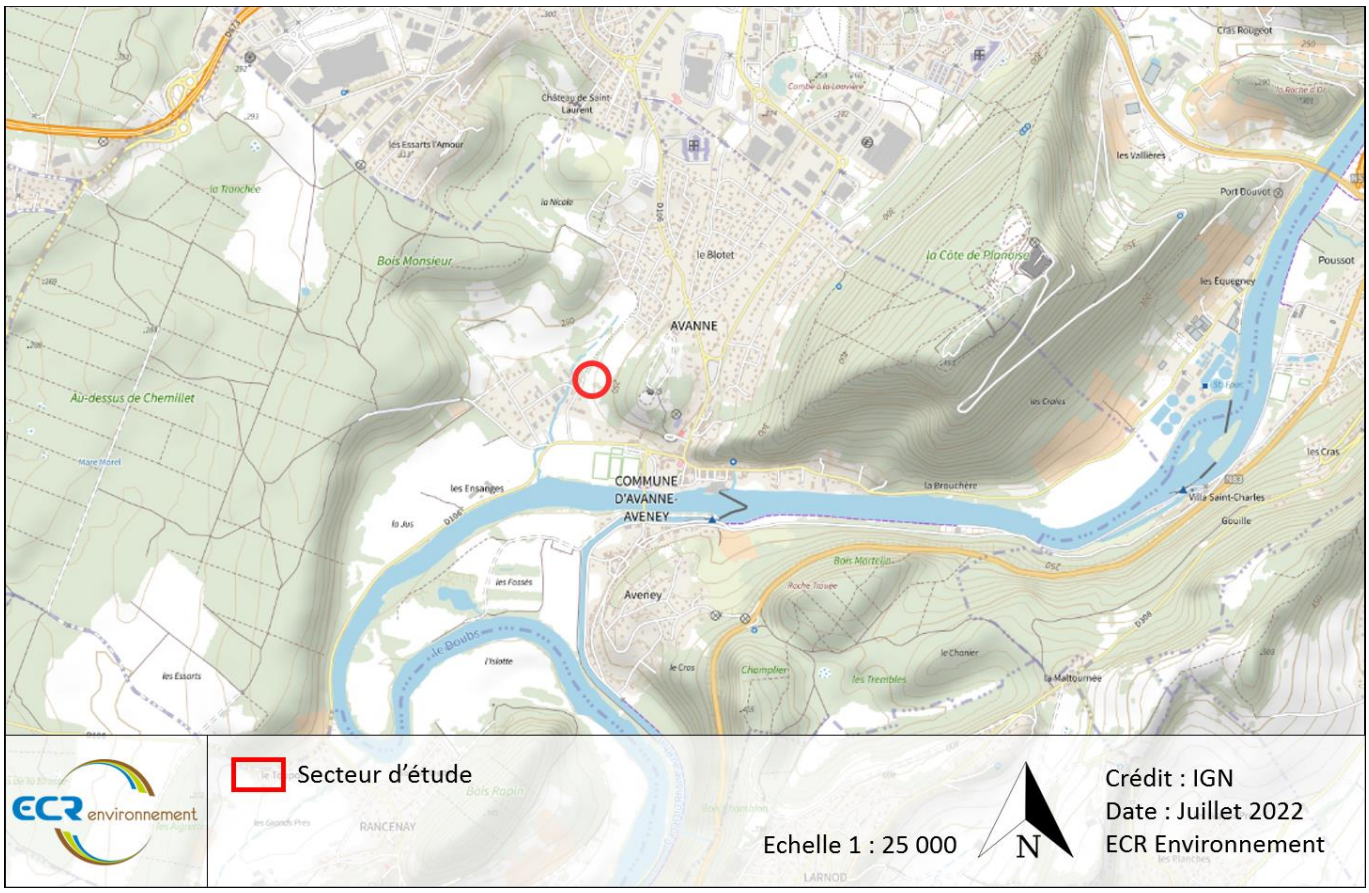


Figure 1 : Localisation du secteur d'étude - Géoportail

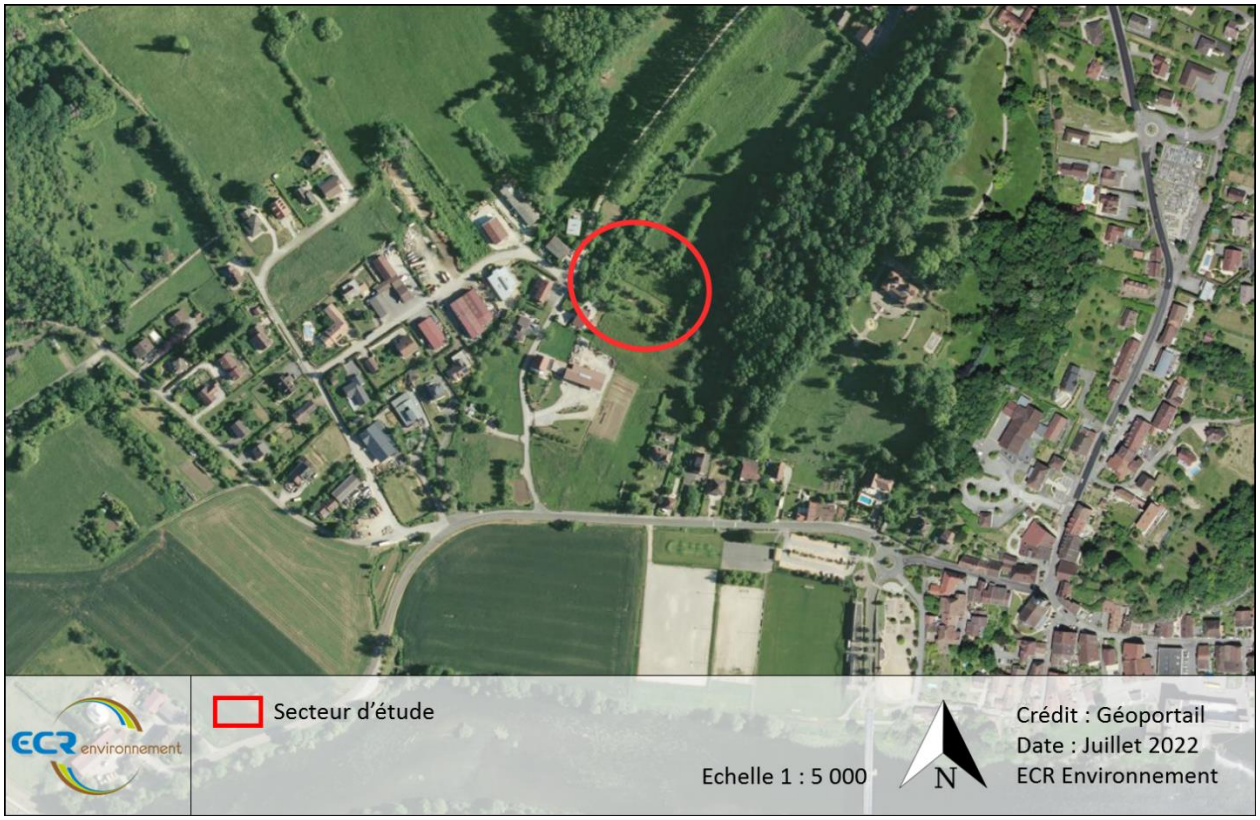


Figure 2 : Vue aérienne du secteur d'étude - Géoportail

Figure 3 : Localisation du projet dans la section AE – Géoportail

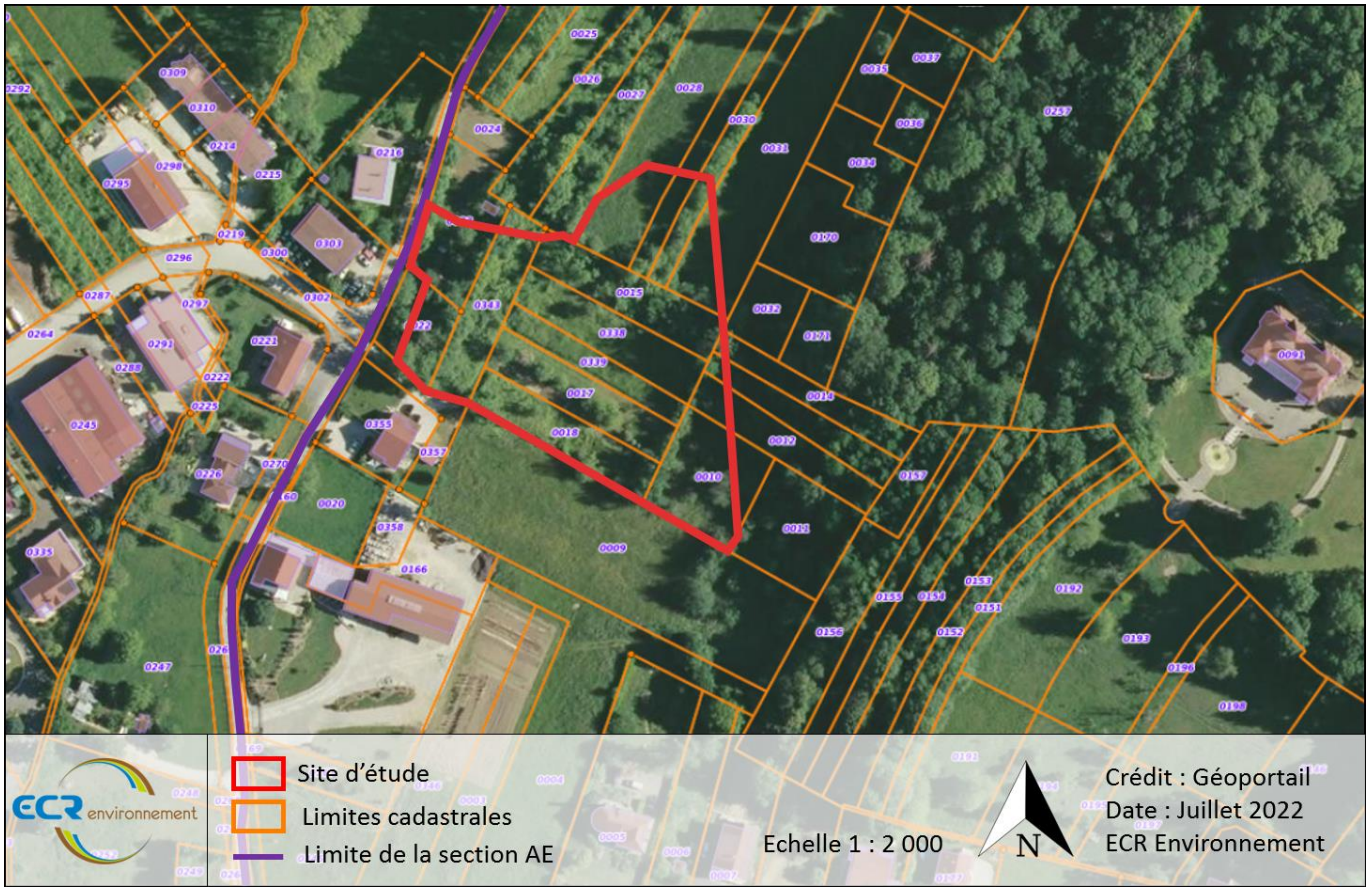


Figure 4 : Parcelles cadastrales concernées par le projet – Géoportail

2.2. Contexte géographique

La commune de AVANNE-AVENEY borde le sud de Besançon, en rive droite du Doubs. Elle fait partie du Canton de Besançon-1 et de l'arrondissement de Besançon.

2.3. Topographie du site et bassin versant

Les abords du secteur d'étude sont marqués par une topographie présentant une morphologie de versant de mont à forte amplitude altimétrique.

En effet, l'altitude du site varie entre 237 et 243 m NGF pour des pentes de l'ordre de 6% en direction de l'ouest, tandis que le mont situé à environ 200 m à l'est culmine à 275 m NGF avec des pentes plus prononcées de l'ordre de 24% en direction du secteur d'étude (*Cf. Fig 5*).

En conséquence, le projet va intercepter une partie des écoulements provenant du mont. Le bassin versant topographique en lien avec le secteur d'étude a été délimité à partir des isohypses et est présenté sur la figure suivante (*Cf. Fig 5*).

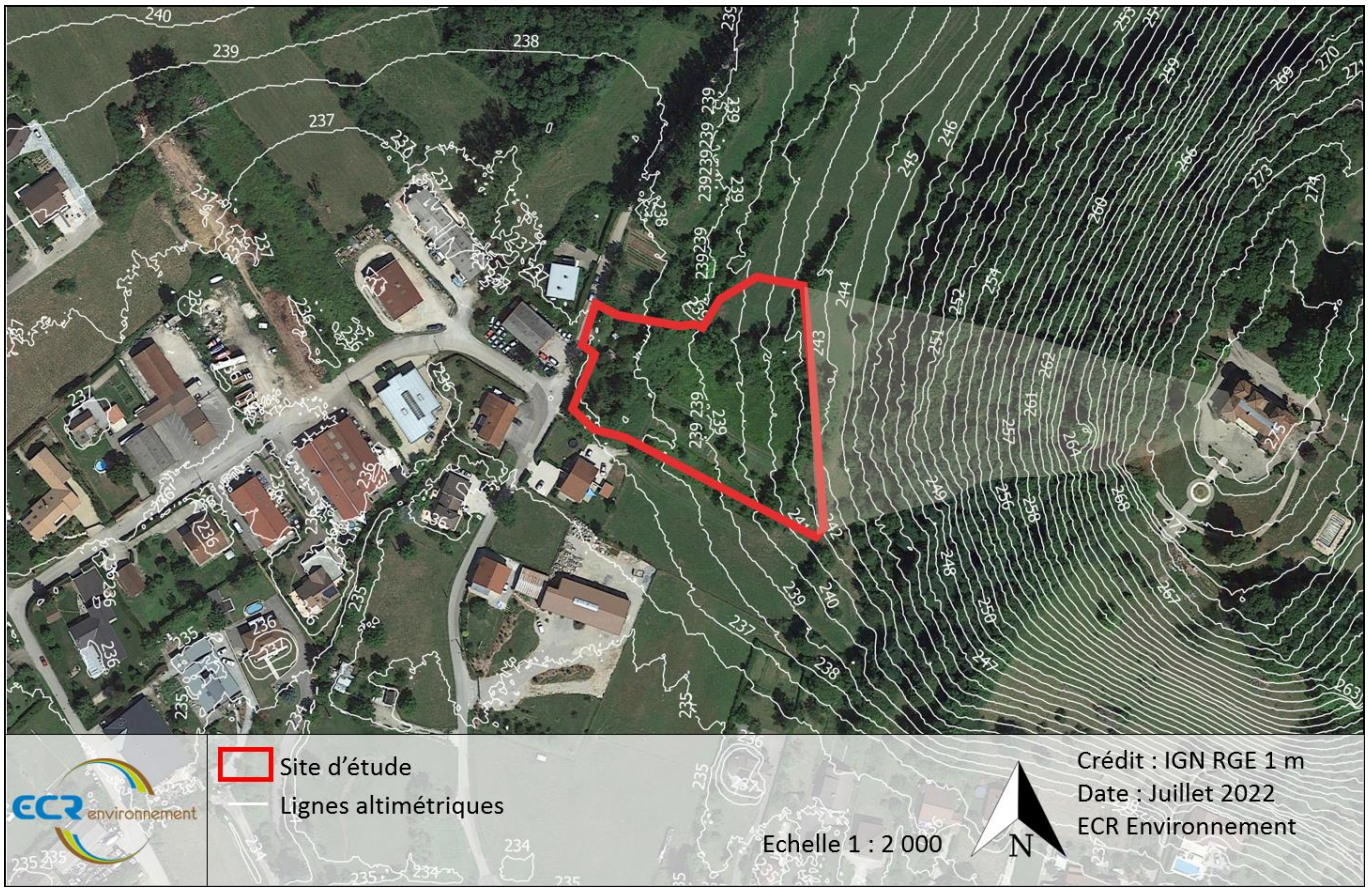


Figure 5 : Topographie du secteur d'étude - IGN

La surface du bassin versant intercepté par le projet est estimée à 1 ha.

2.4. Géologie

2.4.1. Contexte géologique général

D'après l'extrait de carte géologique de BESANCON (N°502) à l'échelle 1/50 000, le sous-sol du site est constitué, sous d'éventuels remblais et formations de couverture, par des Alluvions récentes et des calcaires argileux et/ou des marnes (*Cf. Fig 6*).

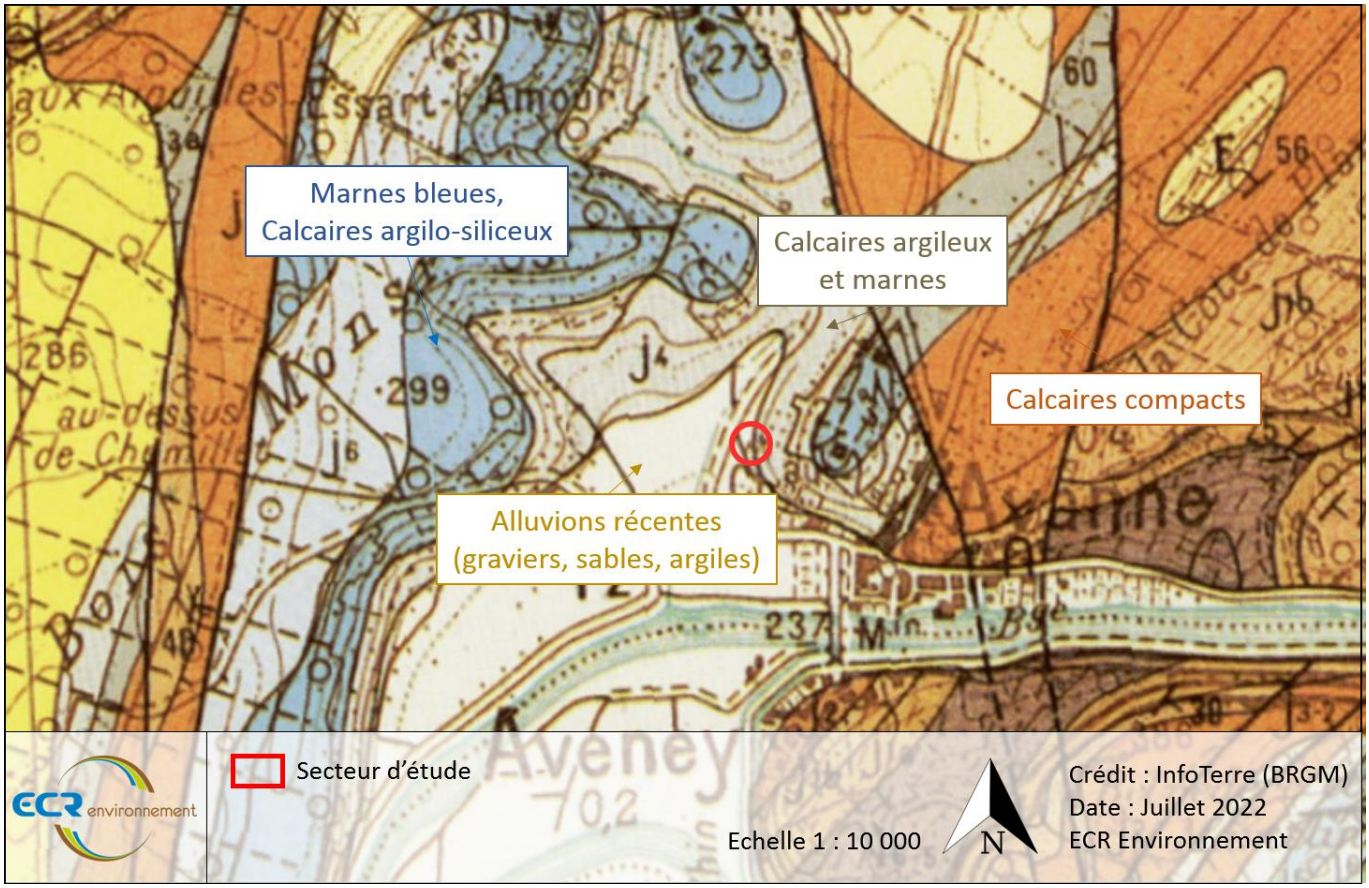


Figure 6 : Extrait de la carte géologique de BESANCON (N°502) – InfoTerre (BRGM)

2.4.2. Ouvrage(s) BSS à proximité du secteur d'étude

D'après les données de l'interface InfoTerre du BRGM, sept ouvrages de la BSS sont recensés dans un rayon proche du secteur d'étude (R = 500 m) (*Cf. Fig 7*).

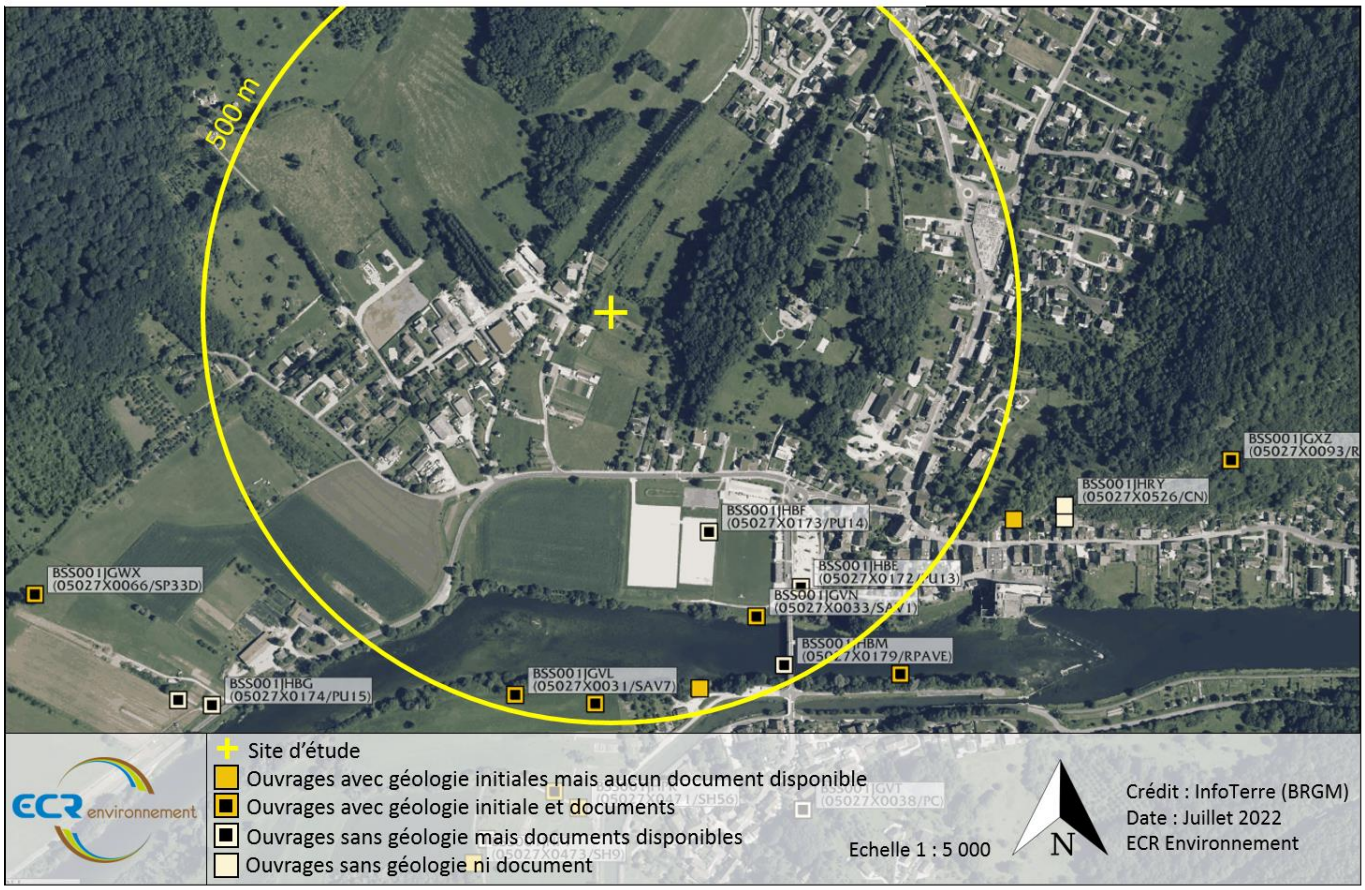


Figure 7 : Ouvrages BSS à proximité du secteur d'étude – BRGM

Les caractéristiques des ouvrages de la BSS autour du projet sont présentées dans le tableau page suivante (*Cf. Tableau 2*).

Tableau 2 : Caractéristiques des ouvrages de la BSS autour du site – InfoTerre (BRGM)

Identifiant	Nature	Point d'eau	Profondeur (m/TN)	Niveau d'eau (m/TN)	Lithologie
BSS001JHBF	Puits	Oui	-	-	-
BSS001JHBE	Puits	Oui	-	-	-
BSS001JGVN	Forage	Oui	14,80	1,5 (Dec. 1964)	- 0,0 - 3,0 m/TN : Limons - 3,0 - 7,7 m/TN : Alluvions - 7,7 – 7,9 : Marnes altérées - 7,9 – 14,8 m/TN : Marnes bleues à stratifications horizontales
BSS001JHBM	Doubs	Oui	-	-	-
BSS001JHPQ	Forage	Oui	9,60	3,0 (Avril 1970)	- 0,0 – 1,5 m/TN : Remblais - 1,5 – 9,6 m/TN : Graviers sableux
BSS001JGVM	Forage	Oui	13,10	2,8 (Janv. 1965)	- 0,0 – 0,3 m/TN : Terre végétale - 0,3 – 2,2 m/TN : Alluvions - 2,2 – 8,6 m/TN : Marnes altérées - 8,6 – 8,8 m/TN : Marnes bleues à - 8,8 – 13,1 m/TN : Marnes bleues à passes calcaires marneux
BSS001JGVL	Forage	Oui	12,40	3,1 (Janv. 1965)	- 0,0 – 0,3 m/TN : Terre végétale - 0,3 – 2,2 m/TN : Limons - 2,2 – 8,9 m/TN : Sables, graviers, galets - 8,9 – 12,4 m/TN : Marnes altérées

D'après la banque de données du Sous-Sol du BRGM et le contexte hydrogéologique du site, ces formations sont à priori le siège d'une nappe à faible profondeur dont la profondeur du toit peut être projetée entre 1,5 et 4,0 mètres environ. Il s'agit de la nappe d'accompagnement du Doubs.

2.5. Hydrogéologie

Au niveau du secteur d'étude, la BD LISA (Base de Données des Limites des Systèmes Aquifères) met en évidence une entité hydrogéologique recoupant le site d'étude :

- Alluvions de la vallée du Doubs, codifiée 710CA01 (*Cf. Fig 8*).

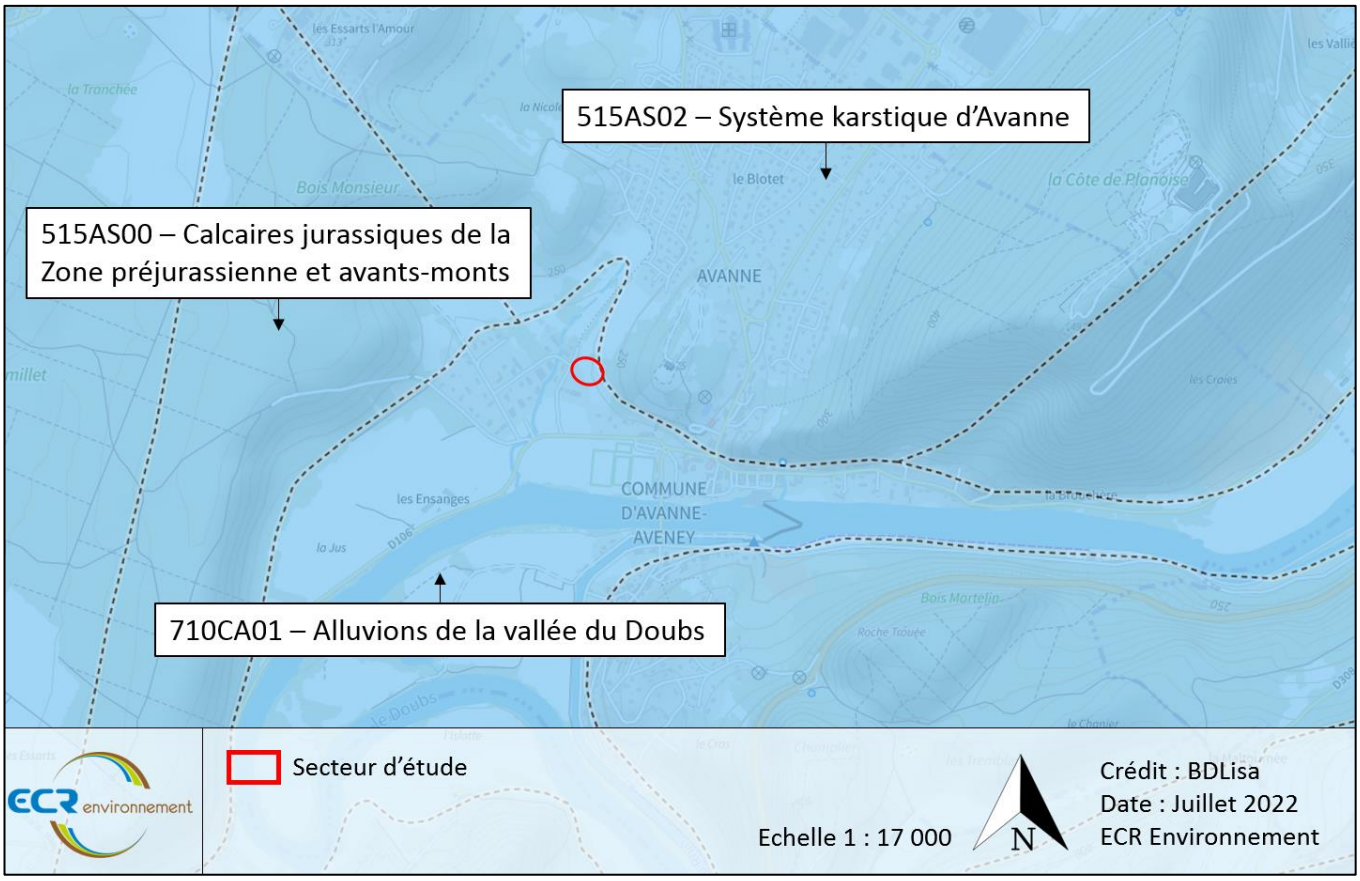


Figure 8 : Entité hydrogéologique en lien avec le secteur d'étude – BDLISA

2.5.1. Aquifère karstique d'Avanne

L'aquifère karstique d'Avanne a pour substratum le niveau des marnes imperméables du Lias. Dans cette zone, aucun écoulement de surface n'est observable. Des failles, fissures et pertes absorbent les eaux, qui sont arrêtées par les assises marneuses liasiques.

¤ Mode de recharge de la nappe :

L'alimentation du réservoir reste à préciser. Peu de données piézométriques existent sur le plateau de Besançon, et aucun suivi piézométrique et des débits en continu n'est mené sur cette zone.

¤ Caractéristiques hydrodynamiques de la nappe :

Les caractéristiques hydrodynamiques de la nappe karstique dans ce secteur sont difficiles à déterminer en l'état actuel car les mesures de niveau d'eau à proximité du secteur sont disparates et ponctuelles.

¤ Ecoulement des eaux souterraines :

D'après les investigations de traçages réalisées par le Cabinet REILE et IDEES EAUX en 2020), les infiltrations d'eau au droit de la caserne Vauban alimenteraient la source d'Avanne au sud-ouest, témoignent d'une direction globale des écoulements souterrain au sein des calcaires bathoniens vers le sud-ouest (*Cf. Fig 9*).

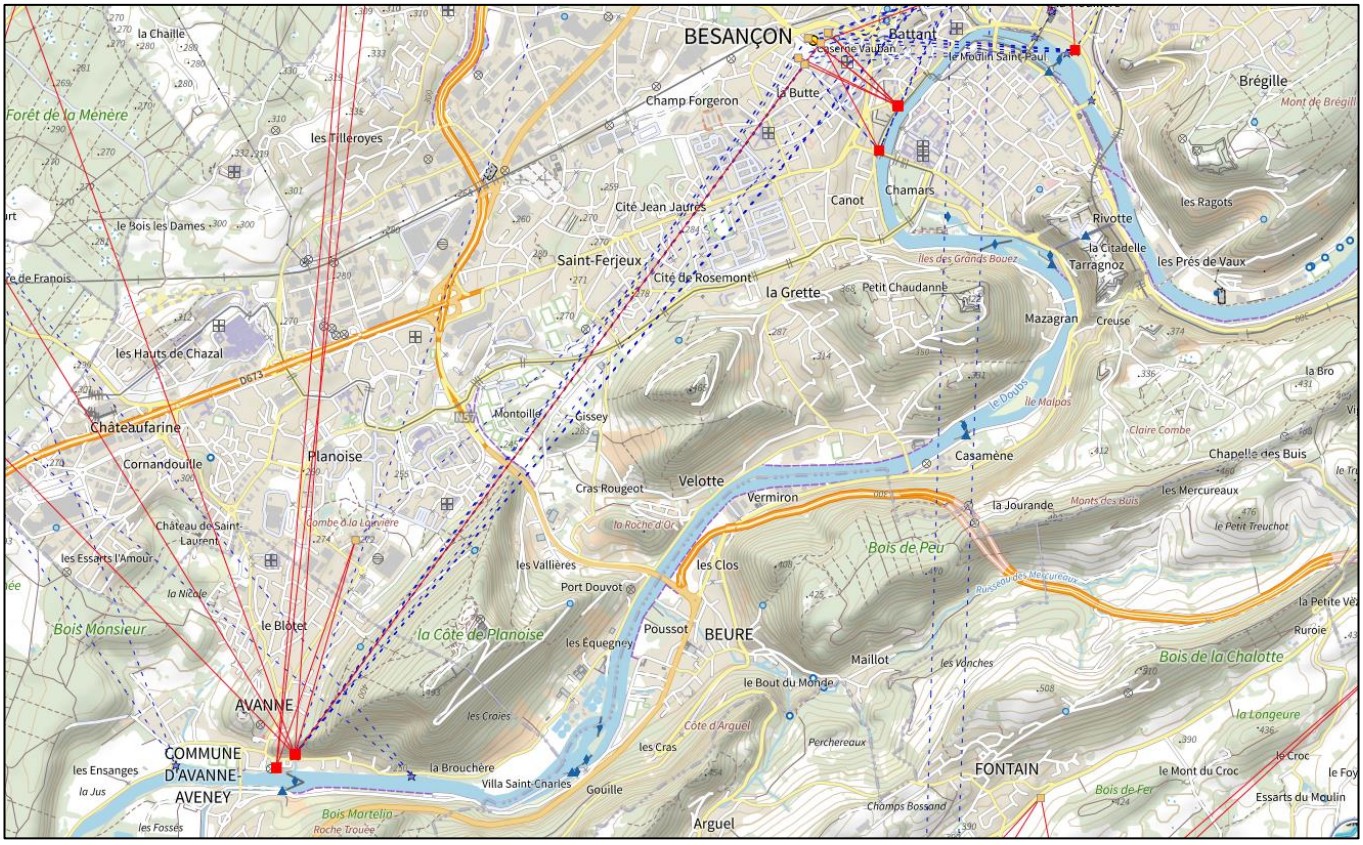


Figure 9 : Extrait de la carte des traçages menés sur la région de Besançon (1/25 000e) – IDEO BFC

2.5.1. Les alluvions du Doubs

Les formations aquifères sont constituées par des dépôts alluvionnaires quaternaires d'origine fluviatile du Doubs. Les alluvions sont constituées de sables et de graviers à éléments calcaires prédominants. D'une puissance moyenne comprise entre 3 et 5 m, ces alluvions se sont déposées en fond de vallée après le creusement des formations calcaires à marno-calcaires du Jurassique moyen et supérieur et des argiles et dolomies du Trias. L'épaisseur en aval de Besançon est de l'ordre de 1 à 8 m.

¤ Mode de recharge de la nappe :

L'alimentation du réservoir se fait essentiellement par l'intermédiaire de l'infiltration des pluies (précipitations moyennes annuelles de l'ordre de 1050 mm à Besançon et une pluie efficace annuelle estimée à 390 mm).

L'aquifère alluvial draine aussi les formations calcaires sous-jacentes. De plus, le réservoir est alimenté par des émergences karstiques originaires des versants calcaires.

L'aquifère alluvial du Doubs est tantôt drainé, tantôt alimenté par le cours d'eau du Doubs.

¤ Ecoulement, Piézométrie et gradient hydraulique :

De manière globale, la nappe alluviale du Doubs s'écoule parallèlement à sa vallée, c'est-à-dire du nord vers le sud entre Pont-de-Roide et Montbéliard et du nord-est vers le sud-ouest dans le faisceau bisontin.

Le gradient hydraulique moyen est de 1 pour mille et l'amplitude piézométrique interannuelle est très hétérogène, en moyenne de 2 à 3 m.

¤ Caractéristiques de la nappe estimée d'après la littérature :

Perméabilité : 2.10^{-2} m/s ;

Transmissivité : 4.10^{-2} m²/s ;

Coefficient d'emmagasinement : 2 à 3 % ;

Vitesse d'écoulement : 1 à 15 m/j.

¤ Remontée de nappe :

La carte des « zones sensibles aux remontées de nappe » disponible sur l'interface InfoTerre du BRGM indique que le site d'étude est situé très proche d'une zone potentiellement sujette aux débordements de nappe (*Cf. Figure 10*).

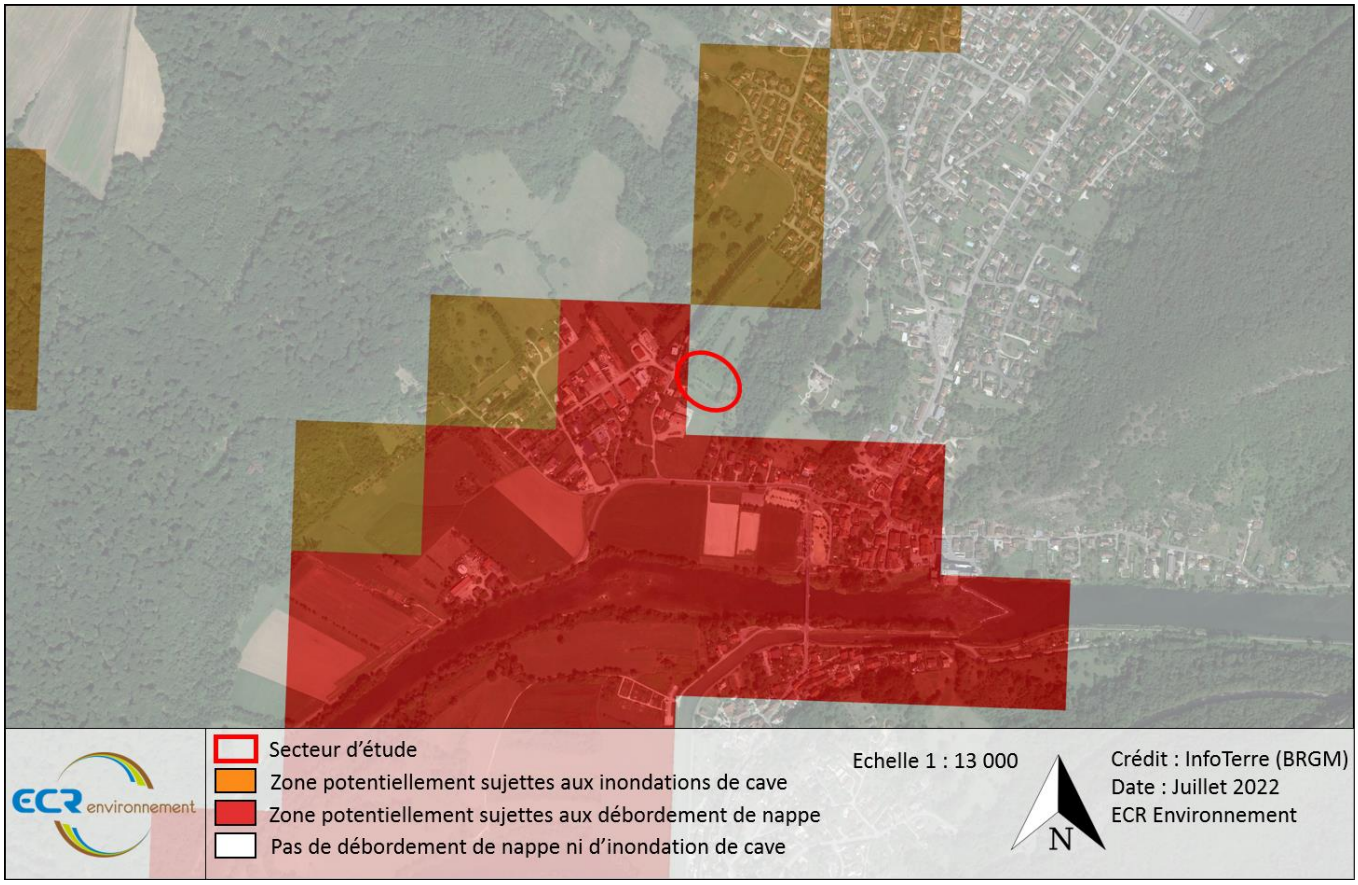


Figure 10 : Cartographie des zones sensibles aux remontées de nappe autour du site d'étude – InfoTerre (BRGM)

2.6. Eaux surfaciques

La commune de AVANNE-AVENEY se situe sur la rive droite du Doubs. Le site d'étude est distant de 340 mètres de ce cours d'eau (*Cf. Figure 11*).

Au niveau du site, le Doubs a parcouru environ la moitié de son parcours jusqu'à la Saône Son débit moyen journalier à Besançon oscille entre **20** et **100 m^3.s^{-1}.**

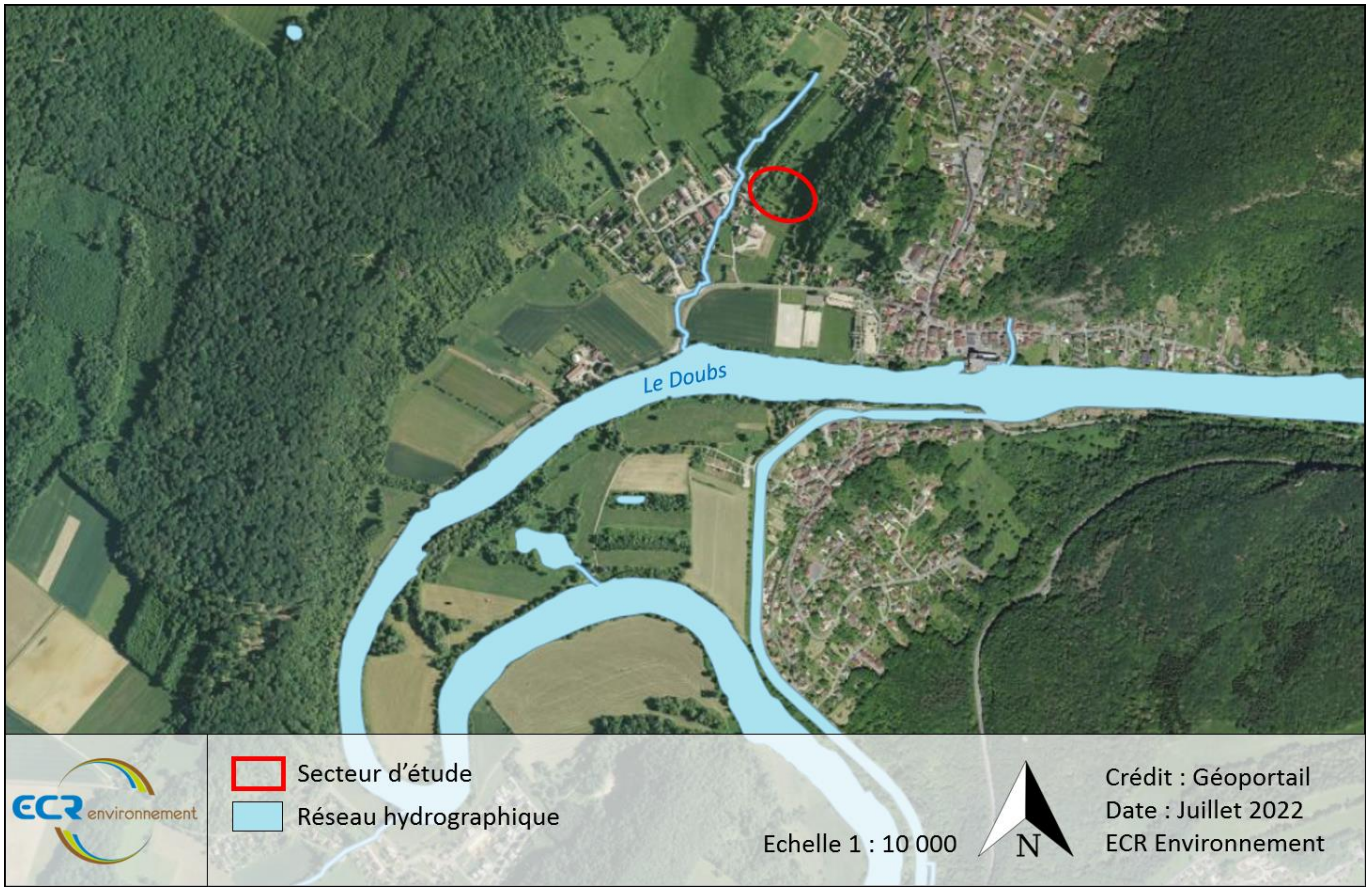


Figure 11 : Réseau hydrographique à proximité du site – Géoportail

2.6.1. Régime hydrologique

Au niveau du secteur d'étude se trouve la station U2512010 (dénomée « Le Doubs à Besançon ») située à l'aval immédiait du moulin Saint-Paul, dans le canal de navigation (à 300 m en amont du site). Les données de cette station sont nombreuses et étendues dans le temps, et permettent d'apporter des informations sur les caractéristiques hydrologiques du Doubs :

- Le module, débit moyen interannuel, du Doubs au droit du moulin Saint-Paul s'élève à **104,67 $m^3.s^{-1}$** sur la période 1995-2004 (*Cf. Fig 12*) ;

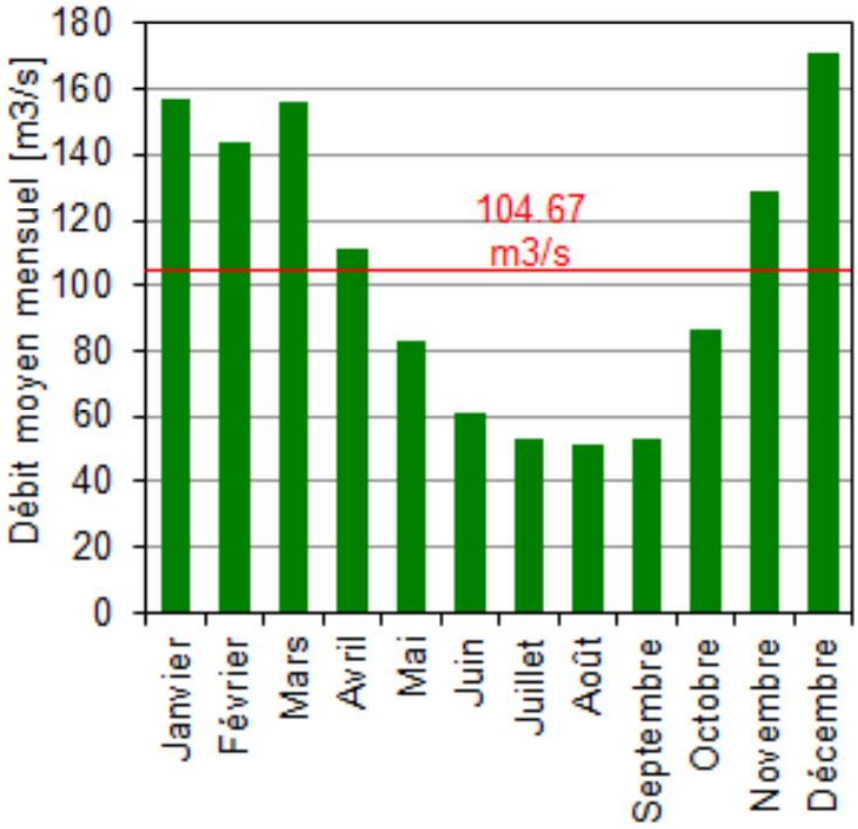


Figure 12 : Débit moyen mensuel du Doubs à proximité du secteur d'étude – Source inconnue

- Le module « quinquennal sec », calculé à partir des débits enregistrés par la station hydrométrique depuis 1952, est de **76 m^3.s^{-1}**. Chaque année, le débit moyen annuel du Doubs au droit du seuil Saint Paul a une probabilité 1/5 de ne pas dépasser 76 m^3.s^{-1} ;

- Le régime hydrologique du Doubs est pluvial : les hautes eaux sont observées l'hiver tandis que les basses eaux le sont durant l'été.

2.7. Risques naturels et technologiques

2.7.1. Sismique (décret n°2010-1255 du 22/10/2010) :

La commune de AVANNE-AVENEY (25) est située en zone de sismicité 3 (aléa modéré).

2.7.2. Inondations / mouvements de terrains :

D'après le site de prévention des risques majeurs « georisques.gouv.fr », 2 arrêtés de reconnaissance de catastrophe naturelle ont été pris sur la commune de AVANNE-AVENEY (25) entre 1840 et 1883 suite à des inondations.

D'après l'application GEORISQUES, la commune de AVANNE-AVENEY est concernée par le Plan de Prévention des Risques Inondation du Doubs central. Toutefois, le site d'étude est situé hors de toutes zones réglementaires, bien que très proche de la zone rouge, « zone inconstructible » (*Cf. Fig 13*).

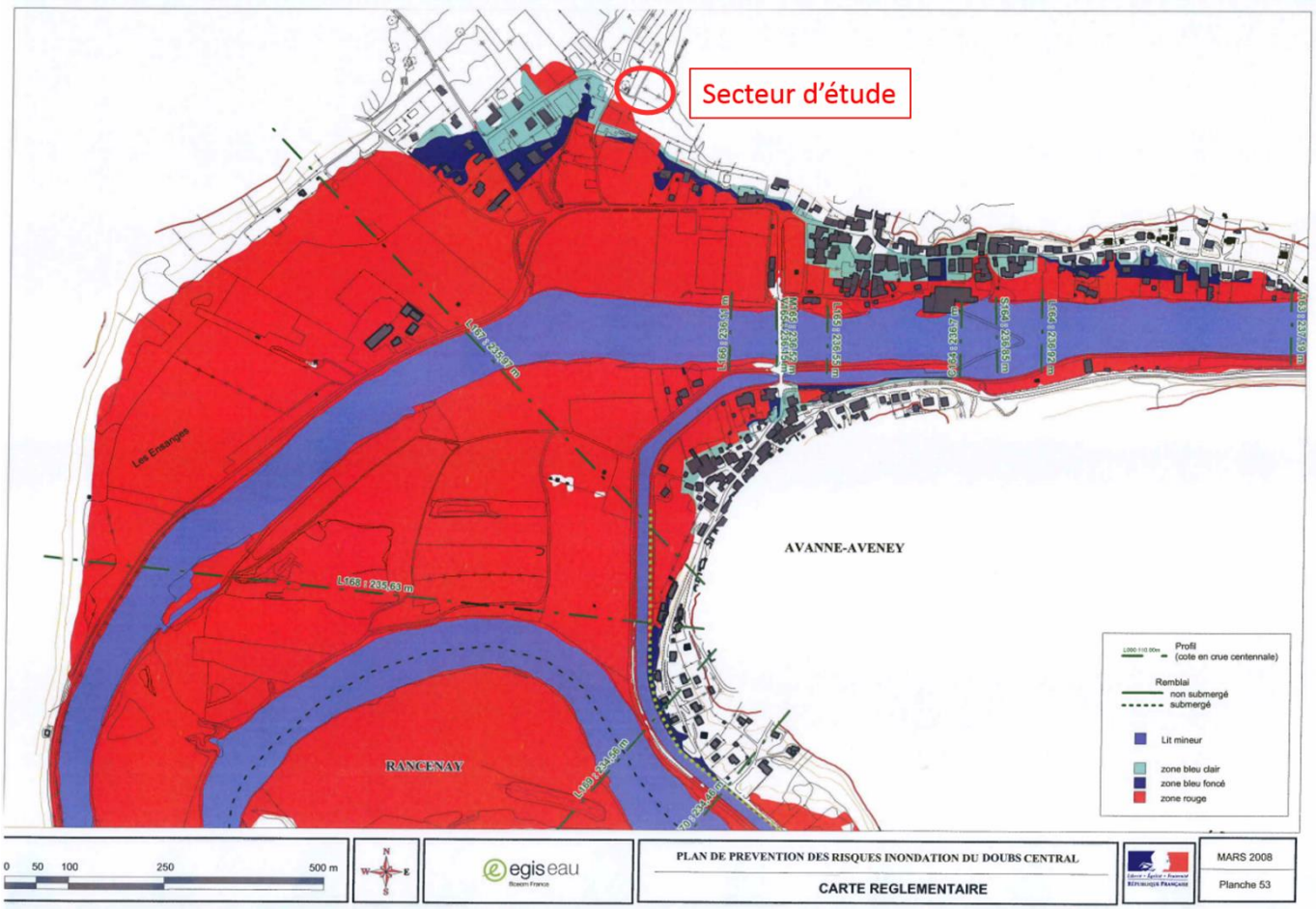


Figure 13 : Extrait du zonage réglementaire du PPRI du Doubs central – Préfet du Doubs (2008)

La carte des « zones sensibles aux remontées de nappe » disponible sur l'interface InfoTerre du BRGM indique que le site d'étude est situé très proche d'une zone potentiellement sujette aux débordements de nappe (*Cf. Fig 14*).

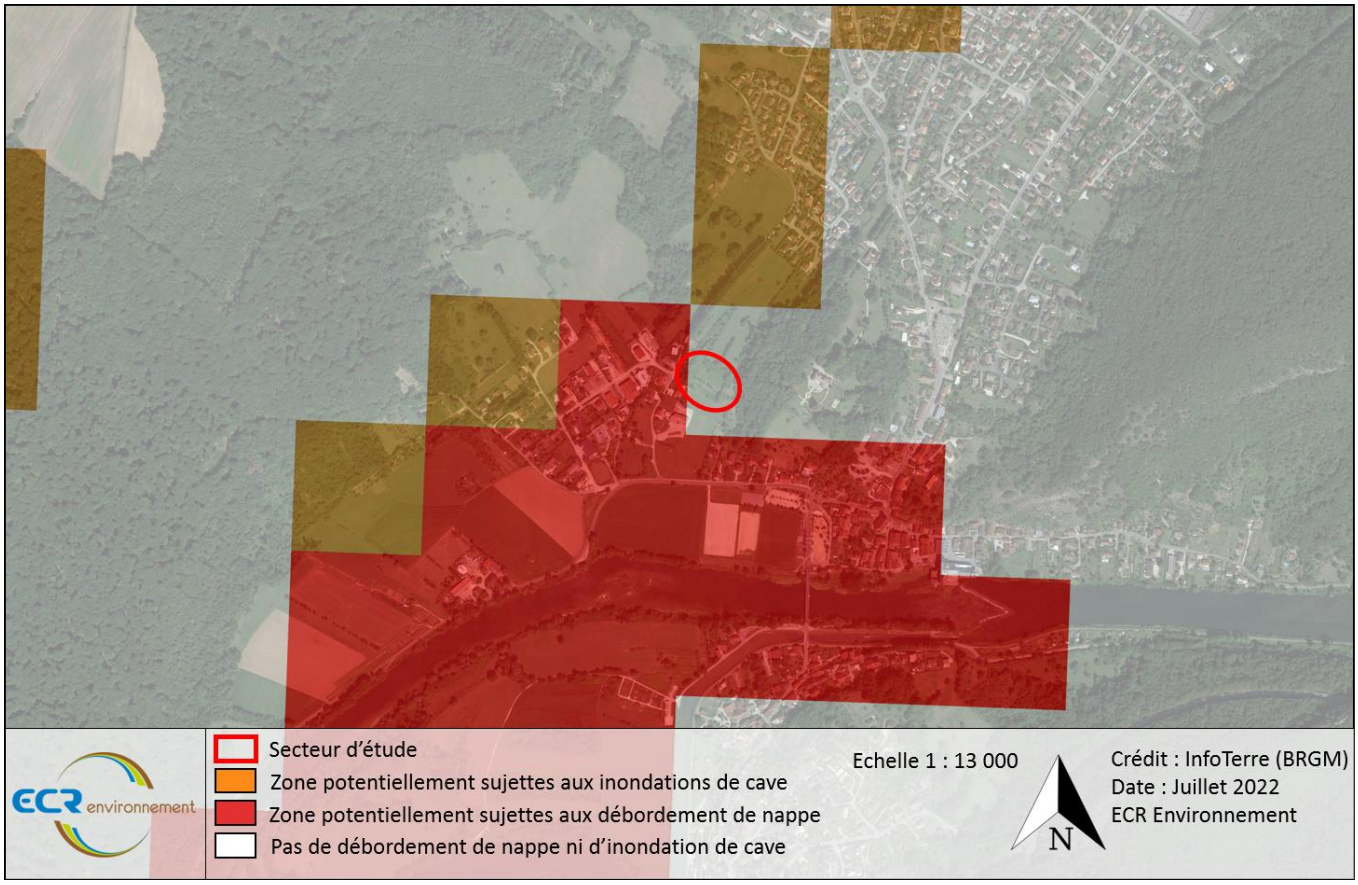


Figure 14 : Cartographie des zones sensibles aux remontées de nappe autour du site d'étude – InfoTerre (BRGM)

D'après les données mises à disposition par l'Agence Régionale de Santé (ARS), aucun périmètre de protection de captage n'est présent à proximité du site.

2.7.3. Retrait / gonflement des sols argileux

D'après le site du BRGM « infoterre.fr », le site est classé en zone d'exposition moyenne vis-à-vis du risque de retrait/gonflement des sols (*Cf. Fig 15*).

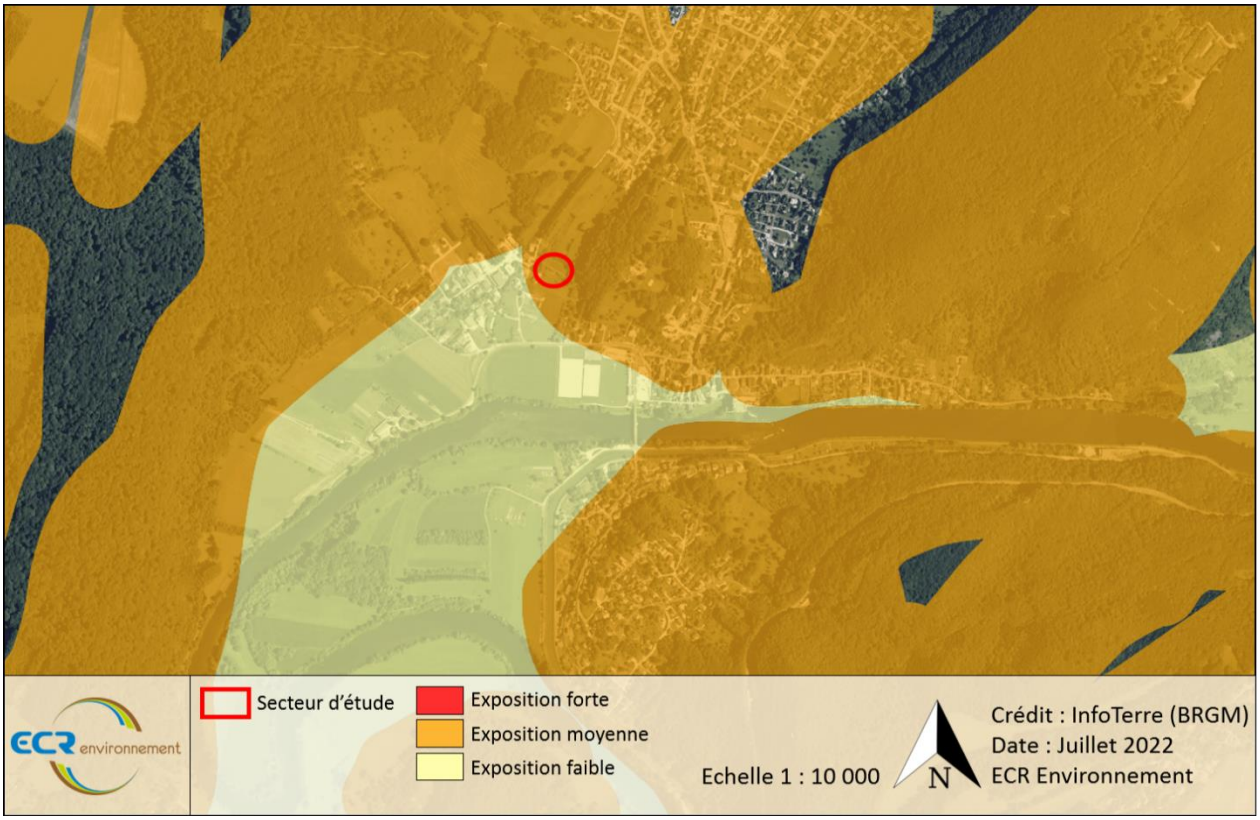


Figure 15 : Exposition au retrait/gonflement des argiles – InfoTerre (BRGM)

2.7.4. Sites industriels, Sites et sols pollués

Au droit du secteur étudié, aucun site n'est renseigné en BASOL. Cependant, les données BASIAS recensent 4 sites BASIAS dans un périmètre de 500 mètres autour du site d'étude (*Cf. Fig 16*).

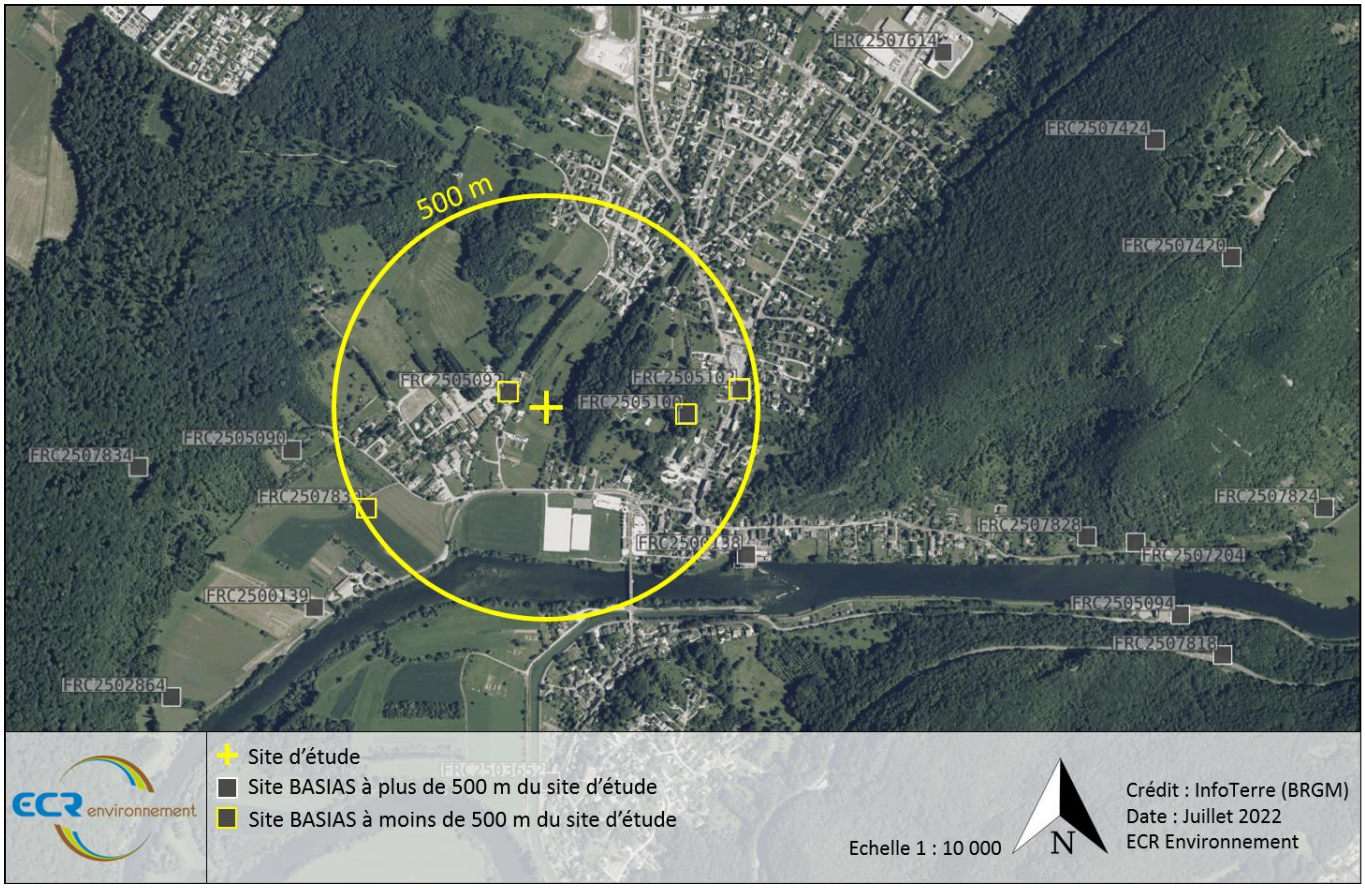


Figure 16 : Sites BASIAS à proximité du site d'étude – InfoTerre (BRGM)

Les caractéristiques de ces 4 sites BASIAS ainsi que leur distance au projet sont données dans le tableau suivant :

Tableau 3 : Caractéristiques des sites BASIAS autour du site – InfoTerre (BRGM)

Identifiant	Raison sociale	Activité	Etat	Distance au projet (m)
FRC2505092	Jean-Claude DAVID	Carrosserie, atelier d'application de peinture sur métaux, PVC, résines, plastiques (toutes pièces de carénage, internes ou externes, pour véhicules...)	En activité	20
FRC2505100	Maison de retraite départemental du Doubs	Transformateur (PCB, pyralène, ...)	En activité	300
FRC2507830	-	Collecte et stockage des déchets non dangereux dont les ordures ménagères (décharge d'O.M. ; déchetterie)	Activité terminée	430
FRC2505102	ERDF	Transformateur (PCB, pyralène, ...)	En activité	420

2.8. Description du projet

Il est prévu l'aménagement d'un nouveau cimetière. Le plan d'esquisse paysagère ci-dessous permet d'apprécier les aménagements prévus dans le projet (*Cf. Fig 17*).

Figure 17 : Plan projet du cimetière – GBM (21/01/2022)

3. CADRE REGLEMENTAIRE

3.1. Plan Local d'Urbanisme et autres documents d'urbanisme

Le projet est inclus dans le zonage du PLU de AVANNE-AVENEY en zone 1AUEq. Cette zone correspond à « un secteur agricole de la commune destiné à accueillir des équipements d'intérêt collectif ».

Concernant la gestion des eaux pluviales, le PLU de AVANNE-AVENEY précise que **« <u>Les eaux pluviales seront recueillies et soit infiltrées sur le terrain soit stockées avant restitution vers le réseau public d'eau pluviale selon un débit contrôlé et conformément au règlement du zonage d'assainissement pluvial en vigueur</u>**. Toutes les dispositions doivent être envisagées pour **<u>limiter l'imperméabilisation du sol</u>**, pour assurer la maîtrise des débits

et de l'écoulement des eaux pluviales, ainsi que pour **favoriser leur stockage en vue d'une réutilisation**. Les aménagements réalisés sur le terrain doivent garantir l'écoulement des eaux pluviales dans le réseau collecteur lorsqu'il existe.

[…]

Article 1AUEq - 12 : Stationnement. Le nombre de places de stationnement sera établi en fonction des besoins engendrés par les équipements. **Les aires de stationnement seront aménagées avec des matériaux permettant l'infiltration des eaux de pluie**. Cependant si les études de sol démontraient l'impossibilité d'infiltrer les eaux directement, des dispositifs alternatifs seront mis en place. »

3.2. Schéma d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE)

Le site d'étude n'est pas concerné par le périmètre d'un SAGE.

3.3. Situation réglementaire de l'opération

En application de l'article R214-1, relatif à la nomenclature des IOTA (Installations, Ouvrages, Travaux et Activités) soumis à Autorisation (A) et Déclaration (D) au titre de l'article L 214-1 à 3 du code de l'Environnement, le projet est susceptible d'être concerné par la rubrique 2.1.0.5 :

Rubrique	Désignation	Caractéristiques du projet	Régime
2.1.5.0	Rejet d'eaux pluviales dans les eaux douces superficielles ou sur le sol ou dans le sous-sol, la surface totale du projet, augmentée de la surface correspondant à la partie du bassin naturel dont les écoulements sont interceptés par le projet, étant : - supérieure à 1 ha, mais inférieur à 20 ha (D) - supérieure ou égal à 20 ha (A)	**Surface du projet 0.401 ha + surface du bassin versant intercepté 1 ha = 1.401 ha**	**(D)**

L'addition des surfaces du projet avec celle du bassin versant intercepté est supérieure à 1 ha. De fait, le projet est soumis à **déclaration** vis-à-vis de la rubrique 2.1.5.0 du Code de l'environnement.

3.4. Code général des collectivités territoriales – Article R2223-2

Le projet de construction du cimetière est soumis à l'article R2223-2 qui stipule qu'hydrogéologue doit donner un avis sur le risque que le niveau des plus hautes eaux de la nappe libre superficielle puisse se situer à moins d'un mètre du fond des sépultures.

Pour ce faire, un suivi annuel du niveau de la nappe est réalisé au droit d'un piézomètre implanté sur site (Cf. Annexe 2 - Implantation des sondages).

Le suivi à mi-étape est présenté au chapitre suivant.

4. SUIVI PIEZOMETRIQUE SEMI-ANNUEL

4.1. Localisation de l'ouvrage

La position du piézomètre (exprimé en coordonnées Lambert 93 (m) est illustrée ci-après (*Cf. Fig 18*).

Ouvrages	X (Lambert 93)	Y (Lambert 93)	Zsol (m NGF)
PZ1	930293	6685272	237,52

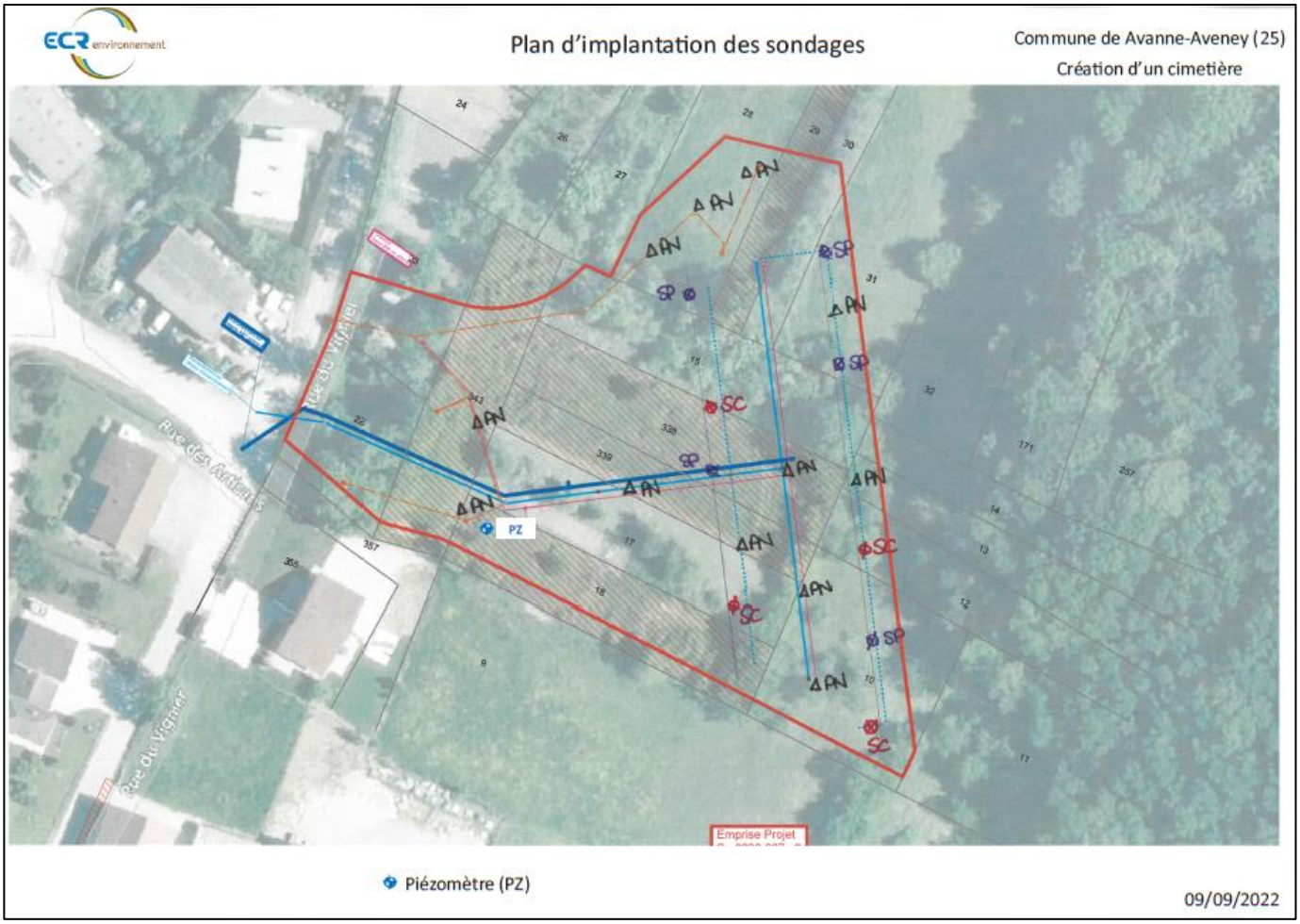


Figure 18 : Localisation du Piézomètre

4.2. Equipement de l'ouvrage

Le piézomètre a été équipé d'un DIVER enregistreur de données pour la surveillance du niveau du toit de la nappe. Cette sonde mesure de manière autonome la pression hydrostatique de l'eau au-dessus de son capteur. Elle mesure également la température à la même fréquence que le niveau d'eau. Les données de pression hydrostatique sont ensuite converties en hauteur d'eau après compensation de la pression atmosphérique.

4.3. Résultats

La chronique piézométrique pour la période T = [30/08/2022 – 19/01/2023] est présentée ci-dessous. Elle est combinée aux précipitations journalières provenant du site Météoblue (*Cf. Fig 19*).

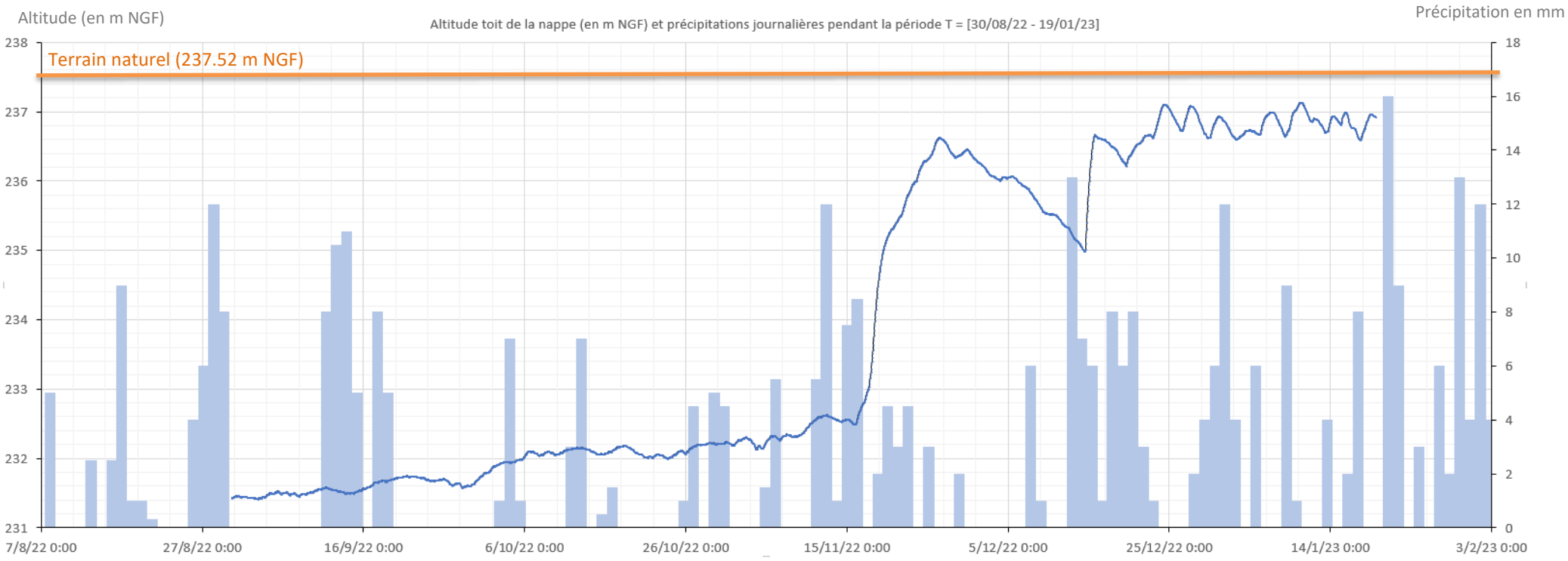


Figure 19 : Altitude du toit de la nappe et précipitations journalières pendant la période T = [30/08/22 – 19/01/2023] – ECR Environnement

4.4. Discussion

Le suivi piézométrique au droit du sondage PZ1 sur la période T = [30/08/2022 - 19/01/2023] a permis de mettre en évidence les points suivants :

¤ Le niveau moyen dans l'ouvrage sur la période de suivi est d'environ 3,62 m/TN soit une cote piézométrique de 233,89 m NGF.

¤ Les mois où les eaux sont les plus hautes sont les mois de décembre ($\bar{x}$ = 236,26 m NGF soit -1,26 m/TN) et janvier ($\bar{x}$ = 236,83 m NGF soit -0,69 m/TN) alors que le mois de Septembre ($\bar{x}$ = 231,58 m NGF soit -5,94/TN) présente les niveaux d'eau les plus faibles **sur la durée du suivi**. En effet, à ce stade de l'étude, il n'est pas possible de déterminer avec précision les véritables périodes de hautes eaux et basses eaux compte tenu de la durée du suivi.

¤ Le battement piézométrique (amplitude piézométrique) est de l'ordre de 5 à 5,5 m suivant les mois. Les niveaux d'eau les plus élevées ont été observés en Janvier avec un maximum à 237,14 m NGF soit -0,38 m/TN. Comparativement le niveau d'eau le plus faible a été observé en août à 231,42 m NGF soit à - 6,10 m/TN. Il convient encore une fois de préciser que l'amplitude du niveau de nappe peut évoluer au-delà des niveaux min et max observés eu égard la faible durée du suivi.

¤ La température des eaux est stable (environ 12°C) sur l'ensemble de la durée du suivi.

¤ Concernant la recharge, les diagrammes ombrothermiques calqués sur la période de suivi montrent que le niveau d'eau dans l'ouvrage semble réagir de manière **rapide et brutale** après un épisode pluvieux intense. C'est le cas pour le mois de novembre, où 3 à 4 jours après une pluie forte et durable, le niveau d'eau a augmenté jusqu'à 4 m en l'espace d'une semaine [T= 15/11/22 au 26/11/22] avant de diminuer progressivement suite à une baisse des précipitations (baisse du niveau d'eau d'environ 1,8 m deux semaines plus tard). La vive réactivité du niveau d'eau peut également être observée sur la période de mi-décembre, où de nouvelles précipitations ont engendré une autre augmentation de 2 m en 2 jours).

Sur la dernière période du suivi [T= 16/12/22 au 19/01/23], le niveau piézométrique présente une allure de dents de scie qui semble se corréler avec le caractère dichotomique des précipitations (forte pluie 1 jour sur 2). Cela témoigne de la bonne réactivité des eaux vis-à-vis des pluies.

En revanche, le début du suivi [T= 30/08/22 au 15/11/22] ne met pas en évidence d'évolution brutale du niveau piézométrique mais montre une augmentation progressivement du niveau piézométrique lors d'évènements pluvieux parfois intenses. Il pourrait s'agir du début de la phase de recharge des eaux souterraines. Seul un suivi complet permettra d'apporter des éléments de réponse complémentaire à cette étude.

5. RESULTATS DES INVESTIGATIONS

5.1. Nivellement

La position des sondages et des essais figure sur le plan d'implantation des sondages en Annexe 2.

L'implantation a été réalisée au mieux des conditions d'accès, de la précision des plans remis pour la campagne de reconnaissance et de la présence des réseaux enterrés et aériens.

Les cotes altimétriques des têtes des sondages issues du plan topographique fourni, sont reportées dans le tableau suivant :

Tableau 4 : Nivellement des sondages

Sondage	PM1	PM2	PM3	PM4	Pz
Cote (m NGF)	237.55	238.09	239.27	241.74	237.52

5.2. Lithologie

Les coupes des sondages sont jointes en Annexe 2. Les profondeurs citées dans le présent rapport ont été mesurées par rapport au niveau du terrain tel qu'il était lors de notre intervention (Juillet 2022).
Les sondages ont permis d'établir la coupe lithologique suivante :

Formation 1 : Terre végétale

Terre végétale limoneuse sur une faible épaisseur : 20 cm environ.

Formation 2 : Argiles

Cette formation est constituée d'argiles beiges, très légèrement caillouteuses en base. Elle a été reconnue visuellement de 0.2 à 1.5 m/TA (Terrain Actuel) au droit de tous les sondages.

Formation 3 : Marnes bleues

Cette formation est constituée de marnes bleues. Elle a été reconnue visuellement de 1,5 à 2 m/TA (Terrain Actuel) au droit de tous les sondages.

Lithologie rencontrée lors du sondage piézométrique :

Terre végétale limoneuse sur une faible épaisseur : 20 cm environ.
Argiles limoneuses et sableuses marron jusqu'à 5,7 m/TN puis marnes grises limoneuses jusqu'à 8 m/TN.

Remarque : Des venues d'eau ont pu être observées au droit du sondage PM1 et au droit de certain sondages géotechniques. Ces très faibles venues sont probablement liées à de l'écoulement lent de surface et/ou de subsurface circulant sur le toit des marnes (Cf. rapport Géotechnique).

5.3. Perméabilité

Quatre essais de perméabilité de type MATSUO en injection à niveau variable ont été réalisés au droit des sondages PM1 et PM2 (*Cf. Tableau 5*).

L'implantation et les coupes des sondages sont fournis en Annexe 2. Les feuilles de calcul des essais sont disponibles en Annexe 3.

Tableau 5 : Résultats des essais de perméabilité

Essais	Sondage	Profondeur (m/TA)	Lithologie (m/TA)	Perméabilité (m/s)
PM1	PM1	0 à 2.1	0-0.2 – Terre végétale 0.2-1.75 – Argiles beiges à cailloutis calcaires 1.75 – 2.1 Marnes bleues	4.10^{-7}
PM2	PM2	0 à 2.0	0-0.2 – Terre végétale 0.2-1.8 – Argiles beiges et rouilles 1.8 – 2.0 Marnes bleues	1.10^{-8}
PM3	PM3	0 à 1.9	0-0.2 – Terre végétale 0.2-1.5 – Argiles d'altération beige et jaunâtre 1.5 – 1.9 Marnes bleues	1.10^{-8}
PM4	PM4	0 à 2.0	0-0.2 – Terre végétale 0.2-1.5 – Argiles d'altération beige et jaunâtre 1.5 – 2.0 Marnes bleues	1.10^{-8}

L'estimation du degré de perméabilité des essais a été apprécié *via* le tableau ci-après (*Cf. Tableau 6*) :

Tableau 6 : Niveau de perméabilité en fonction du type de matériaux

K (m/s)	Type de matériaux	Niveau de perméabilité
$1 > k > 10^{-2}$	Graviers sans éléments fins	Très perméable
$10^{-2} > k > 10^{-4}$	Sables grossiers, graviers sableux sans éléments fins	Perméable
$10^{-4} > k > 10^{-6}$	Sables moyens à fins, limons peu argileux, lœss	Peu perméable
$10^{-6} > k > 10^{-8}$	Sables argileux, roche altérée à fracturée	Très peu perméable
$k < 10^{-8}$	Argiles homogènes, roche non fracturée	Quasi imperméable

Il ressort que le niveau de perméabilité est à la fois très faible et homogène entre les quatre essais réalisés.

6. HYPOTHESE DE DIMENSIONNEMENT

Compte tenu des très faibles valeurs perméabilités mesurées et de l'exposition des sols au phénomène de retrait gonflement des argiles, une gestion des eaux pluviales uniquement par infiltration n'est pas envisageable.

Dans ces conditions, il sera proposé de mettre en place un ou plusieurs ouvrages de rétention de type bassin avec un rejet à débit contrôlé dans le réseau communal situé à l'ouest de la parcelle.

Le plan local d'urbanisme (PLU) d'Avanne-Aveney ne donne aucune information quant au débit de rejet maximum autorisé dans le réseau communal. En conséquence, un débit de fuite de 20 L/s/ha de surface imperméabilisé sera choisi pour le dimensionnement conformément au PLU de Besançon.

6.1. Surface active

Les informations relatives aux surfaces imperméabilisées (Voirie, caveaux, stationnements, chemin, etc…) sont estimées *via* le plan projet en date du 21/01/2022.

Le tableau ci-après regroupe les valeurs de surfaces utilisées pour le dimensionnement de l'ouvrage de gestion des eaux pluviales. (*Cf. Tableau 7*).

Tableau 7 : Estimation de la surface active du projet

Impluvium	Surface totale estimée (m^2)	Coefficient de ruissellement	Surface active (m^2)
Caveaux	1374	1	1374
Voirie	1303	0.8	1042
Allée principale + allées secondaires	1333	0.15	199.95
Bassin versant naturel intercepté	10 000	0.1	1000
Total	4013	-	3616

La surface active totale estimée pour le projet est de 3616 m². Les espaces verts ne sont pas considérés dans l'évaluation de la surface active.

6.2. Période de retour

Le secteur d'étude se trouvant dans une zone résidentielle, la période de retour choisie pour le dimensionnement de l'ouvrage est, conformément à la norme NF 752-2 relative au dimensionnement des systèmes de gestion des eaux pluviales, de 20 ans.

6.3. Coefficients de Montana

Pour le calcul des intensités de pluie, nous prenons en compte les coefficients de Montana de la station de Besançon à partir des données pluviométriques de la station du même nom, recueillies entre 1985 et 2018. Les données présentées dans le tableau ci-après concernent une période de retour de 20 ans (*Cf. Tableau 8*).

Intensité de pluie : $I = a.t^{-b}$

Tableau 8 : Coefficients de montana de la station de Besançon pour une pluie de période 20 ans – Météo France

Station	6 à 30 min		30 à 360 min	
	a	b	a	b
BESANÇON (T = 20 ans)	5,412	0,458	15,804	0,771

6.4. Débit de rejet maximum autorisé au réseau communal

Etant donné l'absence d'information concernant le débit de rejet réglementaire dans le PLU d'Avanne Aveney, le débit de fuite utilisé dans le cadre de ce dimensionnement sera le même que celui imposé par le PLU de Besançon, à savoir : **20 L/s/ha de terrain aménagé**.

Le terrain étudié d'une surface active de 0,36 ha demande donc **un débit de rejet maximal de 7,23 L/s** *(Cf. Tableau 9*).

Tableau 9 : Débit de rejet autorisé

Débit réglementaire de rejet dans le réseau (L/s/ha)	20
Surface active (ha)	0.36
Débit de fuite maximum autorisé du projet (L/s)	7.23

Les eaux ruisselées auront pour exutoire un ouvrage de rétention de type bassin. Un trop plein dirigé vers le réseau public sera mis en place afin de répondre aux épisodes pluvieux d'occurrence supérieure à la période choisie (*i.e* : T = 20 ans).

7. DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES

L'étude comparée de l'intensité de pluie avec le débit de fuite des ouvrages conduit à un écart maximal observé à environ 80 minutes de l'épisode pluvieux. Le tableau ci-après présente le volume utile nécessaire à l'ouvrage de rétention pour absorber l'épisode pluvieux, pour une occurrence de pluies de 20 ans (*Cf. Tableau 10*).

Tableau 10 : Volume utile requis pour la rétention seule – T = 20 ans

Période de défaillance admissible	20 ans
Volume utile brut pour de la rétention seule	121.18 m^3

Le volume utile de rétention à mettre en œuvre est de 122 m^3.

8. Solution(s) Proposee(s)

Dans ce chapitre plusieurs solutions de gestion des eaux pluviales incluant un (gestion centralisée) ou plusieurs ouvrages (gestion décentralisée) de rétention sont présentées.

8.1. Gestion centralisée - Mise en place d'un ouvrage unique

8.1.1. Bassin enterré ou Chaussée à structure réservoir

Les eaux pluviales pourront être gérer de manière centralisée dans un seul ouvrage de type bassins enterrés classiques ou sous voirie également appelé chaussée à structure réservoir.

Ce sont des voiries qui assurent leur fonction première mécanique auxquelles on ajoute la fonction de stockage temporaire avec ou sans infiltration de l'eau pluviale. On distingue les chaussées à structure réservoir avec enrobé poreux laissant percoler l'eau au travers de la couche de roulement, des chaussées réservoir avec enrobé classique qui sont alimentées par des ouvrages de prétraitement comme la bouche d'injection (*Cf. Fig 18*).

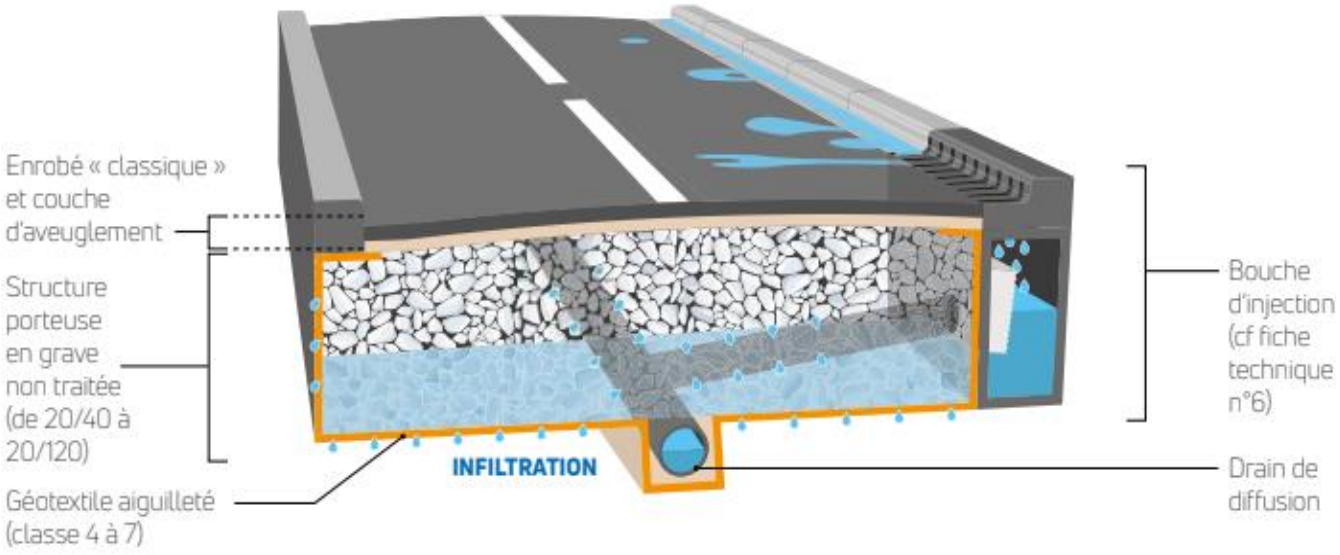


Figure 20 : Schéma d'une chaussée à structure réservoir avec enrobé « classique » - ADOPTA

En guise d'exemple, le tableau ci-dessous met en exergue un dimensionnement de bassin potentiellement compatible avec l'emprise au sol du projet. Il convient de préciser que ces dimensions sont données à titre indicatif et ne reflètent en rien sa taille définitive (*Cf. Tableau 11*).

La géométrie du bassin pourra donc être modifiée dans la mesure où **les volumes sont conservés.**

En fond de bassin, un drain permettra d'acheminer (à débit régulé) les eaux jusqu'au réseau EP. Une partie certes négligeable sera somme toute infiltrée.

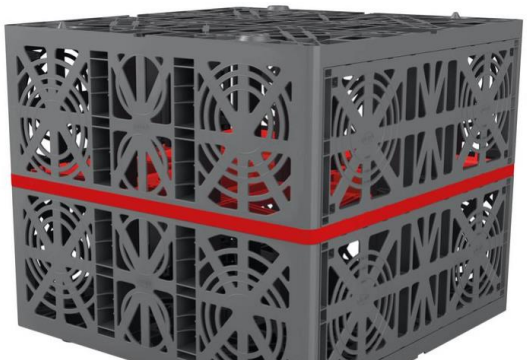
Tableau 11 : Dimensions indicatives dans le cas d'un bassin de rétention unique (30% de porosité) pour une pluie d'occurrence 20 ans

Bassin de rétention à chaussée à structure réservoir – 1 ouvrage unique	
Unité(s)	1
Largueur (m)	12.50
Longueur (m)	16.20
Profondeur ouvrage (m)	2.30
Hauteur infiltration (FE à -0,30/TN) (m)	2
Volume de vide (%)	30%
Colmatage	1
Volume utile de l'ouvrage (m^3)	**121.5**

Il convient de préciser que des regards de collectes seront disposées de part et d'autre du bassin afin d'assurer sur le long terme, le bon fonctionnement de celui.

8.1.2. Bassin à structure alvéolaire

Il est également possible de limiter la profondeur du bassin et l'emprise foncière et *via* l'utilisation de module alvéolaire « EcoBloc ». Il s'agit de blocs solides en polypropylène (PP), polychlorure de vinyle PVC ou polyéthylène haute densité PEHD contenant un grand volume de vide (environ 90%). La figure ci-après montre un exemple de bloc (GRAF) (*Cf. Fig 19*).



Volume [Litres]	Longueur [mm]	Largeur [mm]	Hauteur [mm]	Poids [kg]	Coloris	Réf.
420	800	800	660	18	gris	402000

Figure 21 : EcoBloc 420 – module alvéolaire – GRAF

Le tableau suivant donne une proposition de dimensionnement pour un bassin composé de plusieurs modules alvéolaires avec un volume de 90% de vide (Cf. *Tableau 12*).

Tableau 12 : Dimensions indicatives dans le cas d'un bassin de rétention à module alvéolaire unique (90% de porosité) pour une pluie d'occurrence 20 ans

Bassin de rétention avec modules alvéolaires – 1 ouvrage unique	
Unité(s)	1
Largueur (m)	7.2
Longueur (m)	14.2
Profondeur ouvrage (m)	1.60
Hauteur infiltration (FE à -0,30/TN) (m)	1.32
Volume de vide (%)	90%
Colmatage	1
Volume utile de l'ouvrage (m^3)	**121.5**

A titre indicatif, la création du bassin alvéolaire proposé ci-dessus requerra 486 « Ecoblocs 420 » pour gérer l'ensemble des eaux du projet.

Au même titre que la voirie à structure réservoir, le bassin alvéolaire devra être équipé des regards de collectes.

8.2. Gestion décentralisée – Deux ouvrages de rétention

En vue de limiter la profondeur des ouvrages il est également proposé de mettre en place deux ouvrages distincts de plus petites dimensions. Un premier sera en charge de collecter les eaux du cimetière tandis que le second situé en amont du projet collectera les eaux provenant du bassin versant naturel intercepté. Ce second bassin agira comme bassin tampon et communiquera avec le premier bassin situé en aval du projet (Cf. Plans schématiques chapitre 10).

8.2.1. Bassins enterrés ou Chaussées à structure réservoir

Dans l'idée de la mise en place de deux ouvrages distincts de type bassin ou chaussée à structure réservoir, ces derniers pourront avoir les dimensions suivantes (*Cf. tableau 13*) :

Tableau 13 : Dimensions indicatives dans le cas de la mise en place de deux ouvrages de rétention (30% de porosité) pour une pluie d'occurrence 20 ans.

Bassin de rétention sous voirie / chaussée à structure réservoir – aval	
Unité(s)	1
Largueur (m)	9.00
Longueur (m)	16.50
Profondeur ouvrage (m)	2
Hauteur infiltration (FE à -0,30/TN) (m)	1.70

Volume de vide (%)	30%
Colmatage	1
Volume utile total des ouvrages (m^3)	**89.1**

Bassin de rétention sous voirie / chaussée à structure réservoir amont	
Unité(s)	1
Largueur (m)	5.80
Longueur (m)	10.00
Profondeur ouvrage (m)	2
Hauteur infiltration (FE à -0,30/TN) (m)	1.70
Volume de vide (%)	30%
Colmatage	1
Volume utile total des ouvrages (m^3)	**34.8**

8.2.2. Bassins à modules alvéolaires

La seconde configuration concerne la mise en place des modules alvéolaires « Ecobloc 420 » (*Cf. tableau 14*).

Tableau 14 : Dimensions indicatives dans le cas de la mise en place de deux ouvrages de rétention (90% de porosité) pour une pluie d'occurrence 20 ans.

Bassin de rétention avec modules alvéolaires – aval	
Unité(s)	1
Largueur (m)	7.50
Longueur (m)	10.00
Profondeur ouvrage (m)	1.6
Hauteur infiltration (FE à -0,30/TN) (m)	1.32
Volume de vide (%)	90%
Colmatage	1
Volume utile total des ouvrages (m^3)	**89.1**

Bassin de rétention avec modules alvéolaires – amont	
Unité(s)	1
Largueur (m)	4.00
Longueur (m)	7.50
Profondeur ouvrage (m)	1.6
Hauteur infiltration (FE à -0,30/TN) (m)	1.32
Volume de vide (%)	90%
Colmatage	1
Volume utile total des ouvrages (m^3)	**35.64**

8.3. Système de régulation du débit (dans le cadre d'un raccordement au réseau communal)

Dans le cas d'un rejet gravitaire, la régulation du débit en sortie de l'ouvrage peut être assurée par la mise en place :

- D'un orifice calibré dit d'ajutage. Il peut s'agir d'une cloison perforée, d'un drain, d'une vanne… Cette technique simple et peu couteuse est néanmoins très fortement exposée au colmatage. Il est conseillé d'assurer des protections amont type dégrillage, cloison siphoïde… et lorsque le diamètre de l'orifice est relativement faible (en dessous de 10 cm) de choisir un autre système de régulation moins sujet au colmatage,

- D'autres systèmes de régulations disponibles dans le commerce tels que les régulateurs à flotteur, les seuils flottants… Ces types de systèmes plus complexes peuvent présenter l'avantage selon la conception d'être moins sujet au colmatage qu'un simple orifice d'ajutage (*Cf. Fig 20*).

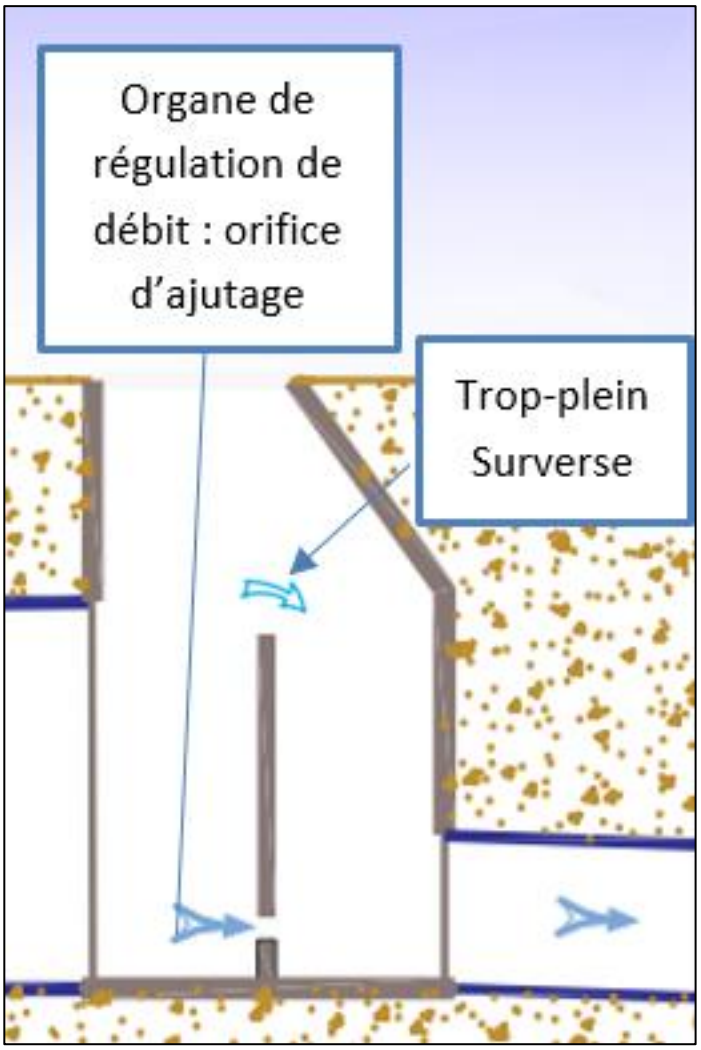


Figure 22 : Schéma de la coupe-type d'un organe de régulation de débit : orifice d'ajutage

- La figure suivante (*Cf. Fig 21*) présente le diamètre d'un orifice circulaire en fonction du débit et de la charge, pour des débits compris entre 1,0 L/s et 10 L/s et une charge hydraulique comprise entre 0,40 m et 0,60 m.

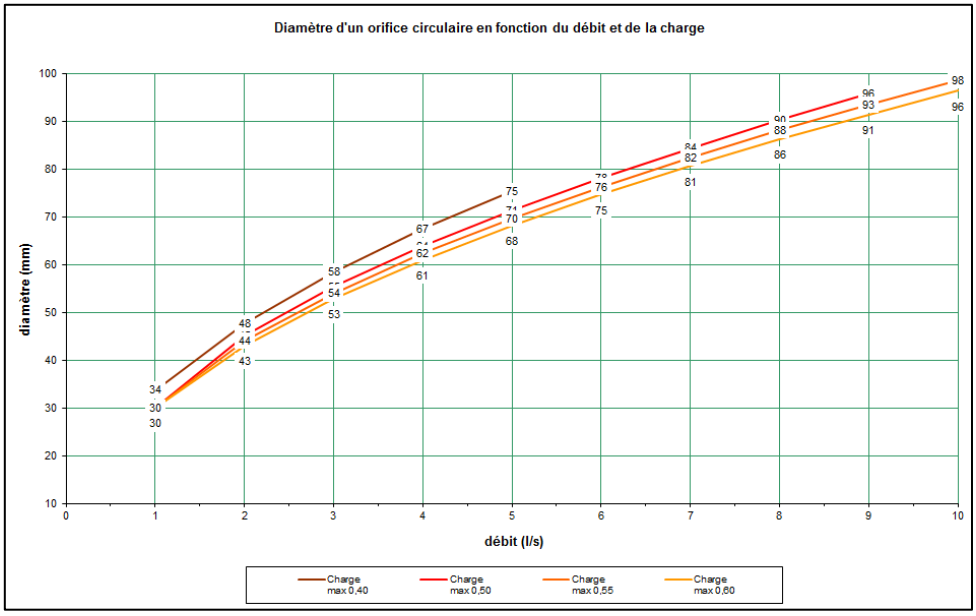


Figure 23 : Diamètre d'un orifice circulaire en fonction du débit et de la charge - Source : Ajutage Bordeaux-Métropole

Par exemple pour un débit de fuite de 1,5 L/s et une charge maximale de 0,50 m, le diamètre de l'orifice de régulation devra être de 36 mm.

Les dimensions des orifices d'ajutage associées aux différents ouvrages présentés dans les sections précédentes sont disponibles dans le tableau ci-dessous (*Cf. Tableau 15*) :

Tableau 15 : Diamètre d'ajutage du bassin

Type de gestion	Ouvrage(s)	Diamètre de l'orifice d'ajutage
Gestion centralisé – 1 ouvrage	Chaussée à structure réservoir	3.99 cm
	Bassin à module alvéolaire	4.25 cm
Gestion décentralisé – 2 ouvrages	Chaussée à structure réservoir (x2)	2.82 cm
	Bassin à module alvéolaire (x2)	3.00 cm

8.4. Surverse

Une surverse de l'ouvrage devra être dirigée vers le réseau communal de sorte à ne pas créer de problématique d'inondation en cas d'épisode pluvieux d'intensité supérieure à la récurrence 20 ans.

8.5. Drainage et remblaiements périphériques

Pour la pérennité des ouvrages, on conseillera de protéger toutes les parties enterrées contre les infiltrations d'eau au moyen d'un dispositif drainant (ex : drains périphériques réalisés selon les règles de l'art). On appliquera également un dispositif d'étanchéité type enduit bitumineux ou autres produits hydrofuges, béton cristallisé, etc.

Le remblaiement autour des ouvrages et le drainage périphérique seront réalisés suivant les recommandations du DTU 20.1. Le drainage périphérique devra faire l'objet d'un entretien régulier pour assurer son bon fonctionnement dans le temps.

Le remblaiement à l'arrière des murs enterrés devra être réalisé avec des matériaux granulaires, drainants, soigneusement compactés (sables et graviers sans fines) avec récupération et évacuation des eaux pluviales vers un exutoire adapté.

Le drain devra avoir des regards visitables à chaque changement de directions. Si l'exutoire ne peut être gravitaire, une pompe de relevage sera mise en place.

9. REMARQUES IMPORTANTES

Malgré la faible perméabilité, les fonds des ouvrages doivent être maintenus perméables. Lors de la phase de travaux, il s'agira de veiller à ne pas compacter les surfaces de fond.

Lors du remblaiement, les matériaux d'apports doivent être sains et présenter une perméabilité supérieure à celle mesurée lors de l'étude.

L'aménagement du cimetière devra être conçu de manière à éviter la percolation des eaux pluviales vers les caveaux.

10. PRESCRIPTIONS RELATIVES AU PHENOMENE DE RETRAIT GONFLEMENT DES ARGILES

Les préconisations suivantes sont données à titre d'information pour des ouvrages ancrés dans les formations argileuses sujettes au phénomène de retrait / gonflement des sols.

L'arrêté du 22 juillet 2020 relatif aux techniques particulières de construction dans les zones exposées au phénomène de mouvement de terrain différentiel consécutif à la sécheresse et à la réhydratation des sols fait état pour tous les bâtiments dont les fondations sont ancrées dans les argiles, des prescriptions suivantes :

Compte tenu de la sensibilité élevée des sols supports de fondation au phénomène de retrait / gonflement (argiles potentiellement gonflantes et rétractables), les dispositions particulières suivantes seront prises pour éviter toute

variation de la teneur en eau au niveau des sols d'assise et pour permettre à la structure de s'adapter aux déformations :

- Réaliser des fondations coulées pleine fouille sur toute leur hauteur pour éviter toute infiltration préférentielle dans le remblai des fouilles ;

- Éloigner au maximum les arbres et arbustes des constructions (distance minimale de 1,5 fois la hauteur adulte de l'arbre ou de l'arbuste) ;

- Protéger les fondations par la mise en œuvre d'un revêtement étanche sur le pourtour de la construction (minimum 1.50 m).

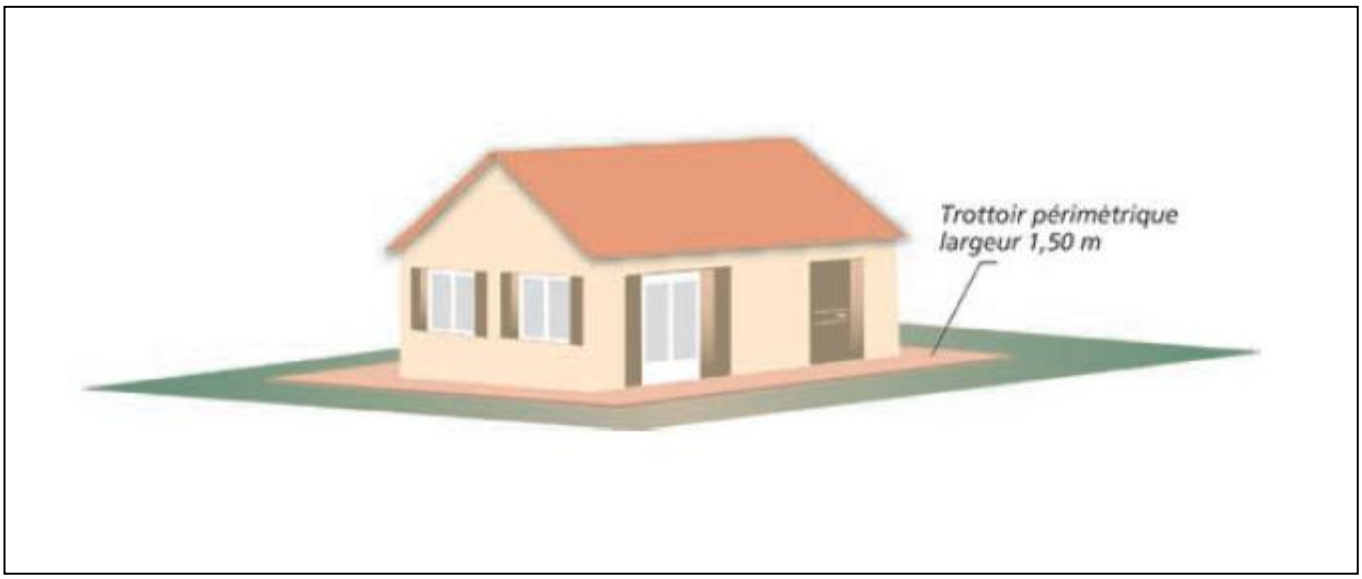


Figure 24 : Schéma du principe de la ceinture étanche

- L'étanchéité pourra être assurée, soit par la réalisation d'un trottoir périphérique (selon les possibilités en fonction de l'implantation du bâtiment et de la mitoyenneté), en béton ou tout autre matériau présentant une étanchéité suffisante, soit par la mise en place sous la terre végétale d'une géomembrane enterrée. Cette dernière doit être raccordée aux façades par un système de couvre-joint, et être projetée par une couche de forme sur laquelle peut être mis en œuvre un revêtement adapté à l'environnement (pavés, etc). Pour être pleinement efficace, le dispositif d'étanchéité doit être mis en œuvre sur la totalité du pourtour de la construction. Le non-respect de ce principe est de nature à favoriser les désordres.

- Mettre un système de drainage indépendant et éloigné des fondations (distance minimum de 2.0 m). En effet, les apports d'eau provenant des terrains environnants (eaux de ruissellements superficiels ou circulations souterraines), contribuent au phénomène de retrait/gonflement des argiles en accroissant les variations localisées d'humidité. La collecte et l'évacuation de ces apports permettent de minimiser les mouvements différentiels du sous-sol.

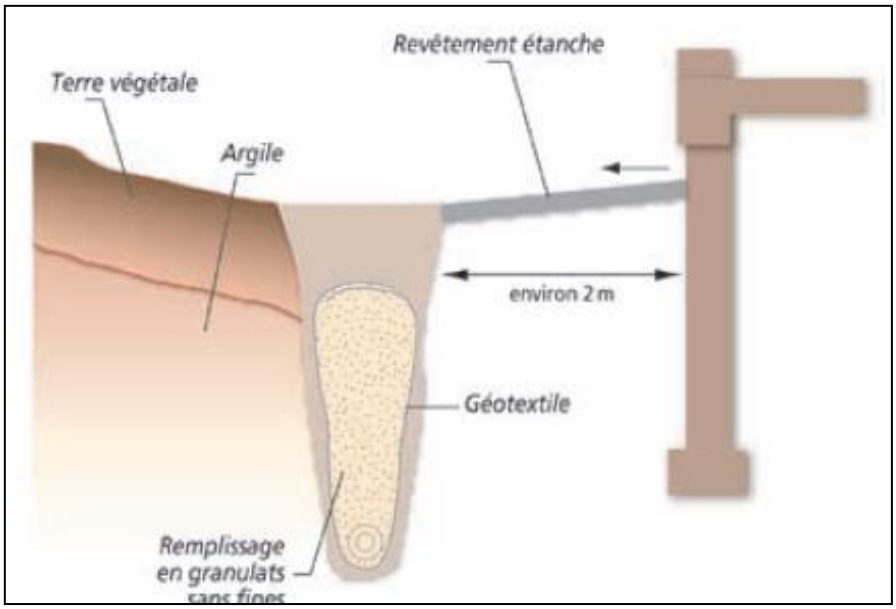


Figure 25 : Schéma du principe du dispositif de drainage périphérique de la maison

Le dispositif consiste en un réseau de drains (ou tranchées drainantes) ceinturant la construction ou, dans les terrains en pente, disposés en amont de celle-ci. Les volumes collectés sont dirigés aussi loin que possible de l'habitation. Le réseau est constitué de tranchées remplies d'éléments grossiers (protégés du terrain par un géotextile), avec en fond de fouille une canalisation de collecte et d'évacuation (de type drain routier) répondant à une exigence de résistance à l'écrasement.

Idéalement, les tranchées descendent à une profondeur supérieure à celle des fondations de la construction, et sont disposées à une distance minimale de 2 m du bâtiment. Ces précautions sont nécessaires afin d'éviter tout impact du drainage sur les fondations.

Les règles de réalisation des drains sont données par le DTU 20.1.

- Éviter tout épandage d'eau aux abords des fondations. En l'absence de réseau collectif dans l'environnement proche du bâti, il convient de respecter une distance d'une quinzaine de mètres entre le bâtiment et le point de rejet ;

- Etanchéifier les canalisations enterrées de façon à éviter les variations localisées d'humidité. Il convient de s'assurer de l'absence de fuites au niveau des réseaux souterrains « humides ». Ces fuites peuvent en effet résulter des mouvements différentiels du sous-sol occasionnés par le phénomène.

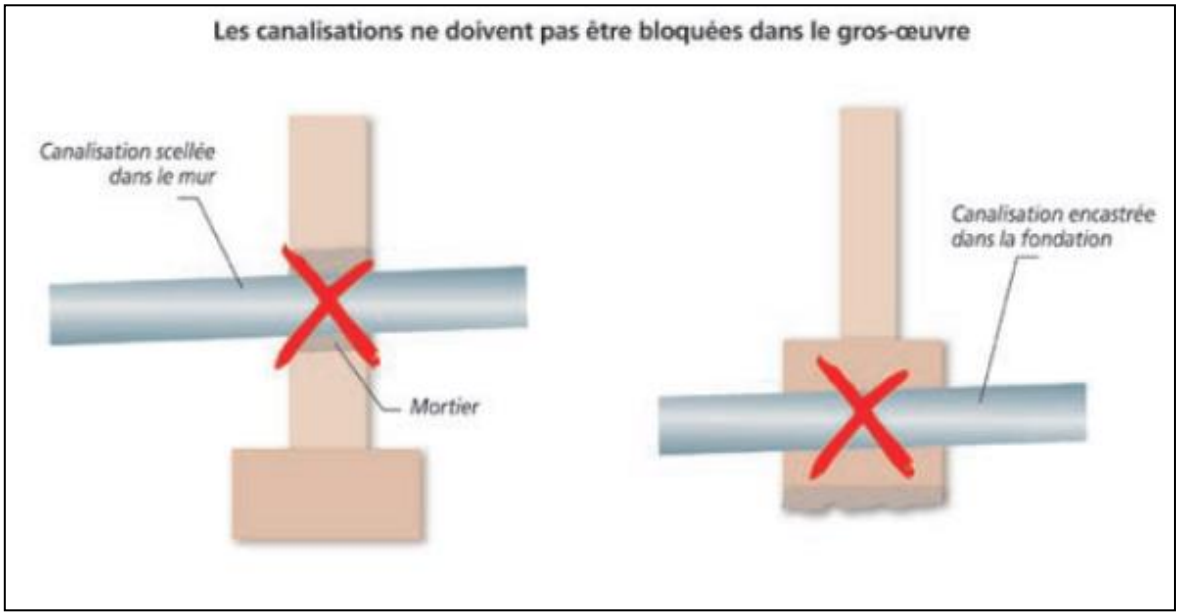


Figure 26 Schéma du principe de pose des canalisations

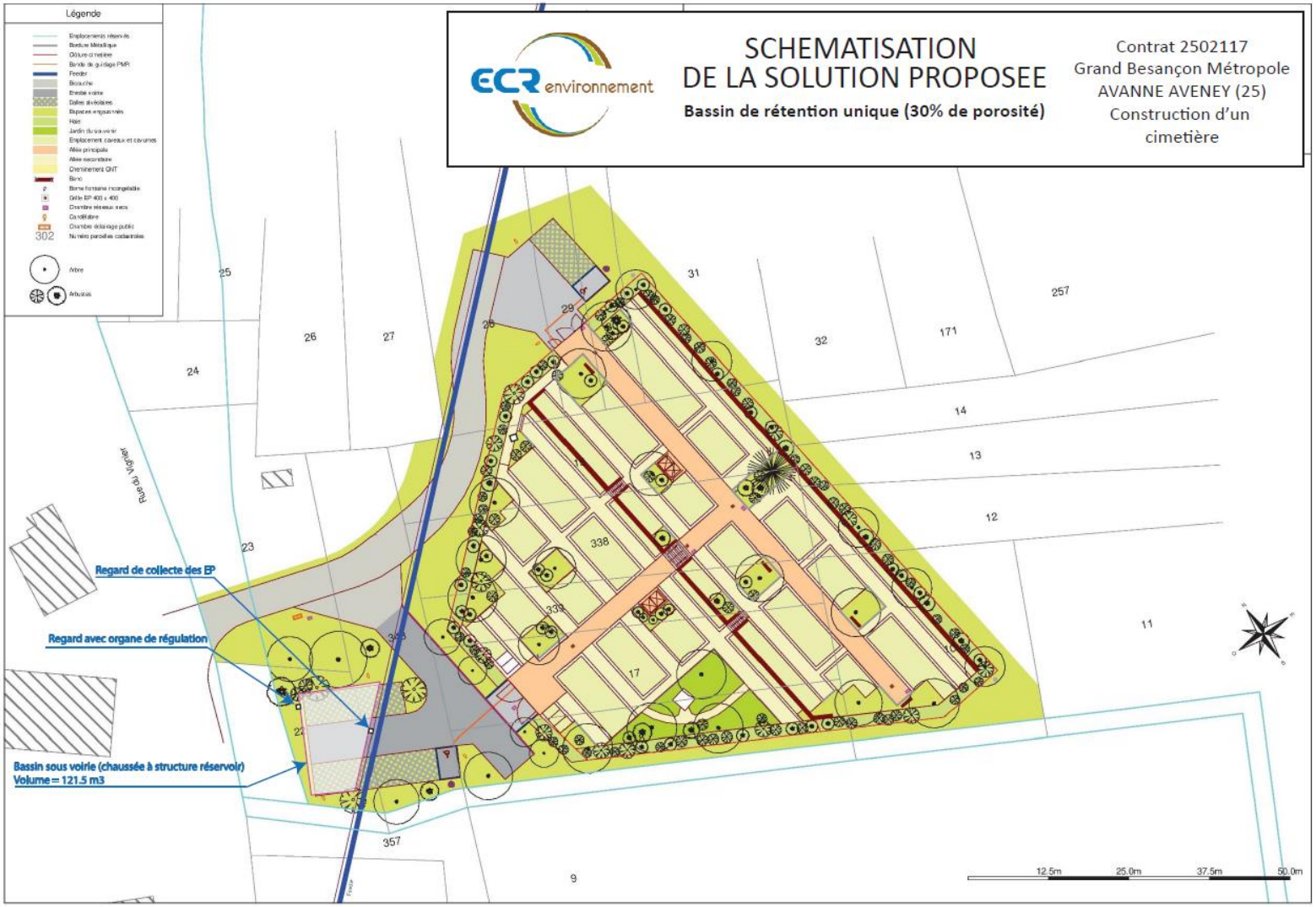
Les canalisations seront réalisées avec des matériaux non fragiles (c.à.d. susceptibles de subir des déformations sans rupture). Elles seront aussi flexibles que possibles, de façon à supporter sans dommage les mouvements du sol.

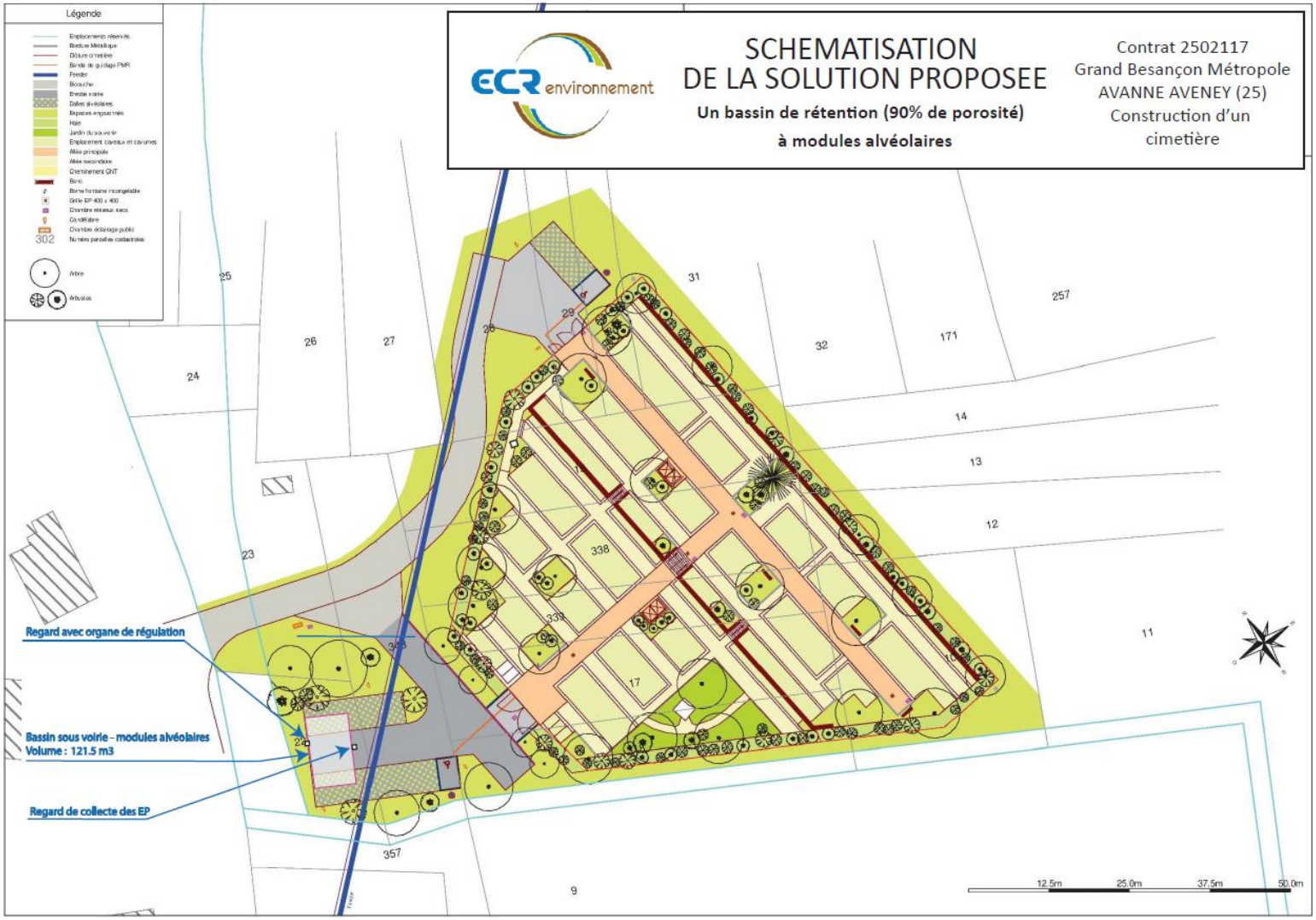
De façon à ce que les mouvements subis par le bâti ne se transmettent pas aux réseaux, on s'assurera que les canalisations ne soient pas bloquées dans le gros œuvre, aux points d'entrée dans le bâti.

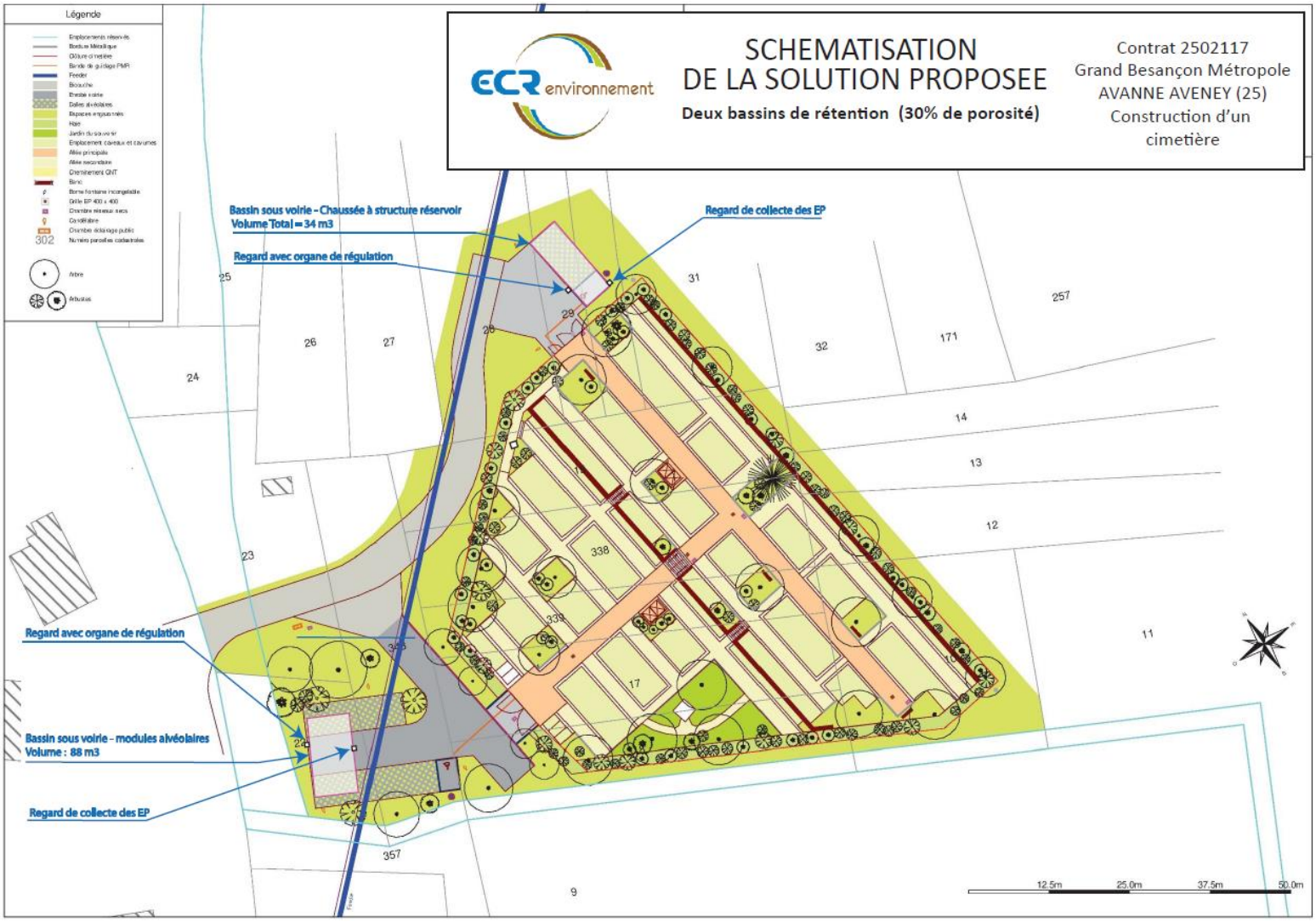
Les entrées et sorties des canalisations du bâtiment s'effectueront autant que possible perpendiculairement par rapport aux murs. De plus, autant que faire se peut, on évitera de faire longer le bâtiment par les canalisations de façon à limiter l'impact des fuites occasionnées, en cas de rupture, sur les structures proches. Il est souhaitable de réaliser de façon régulière des essais d'étanchéité de l'ensemble de réseaux humides.

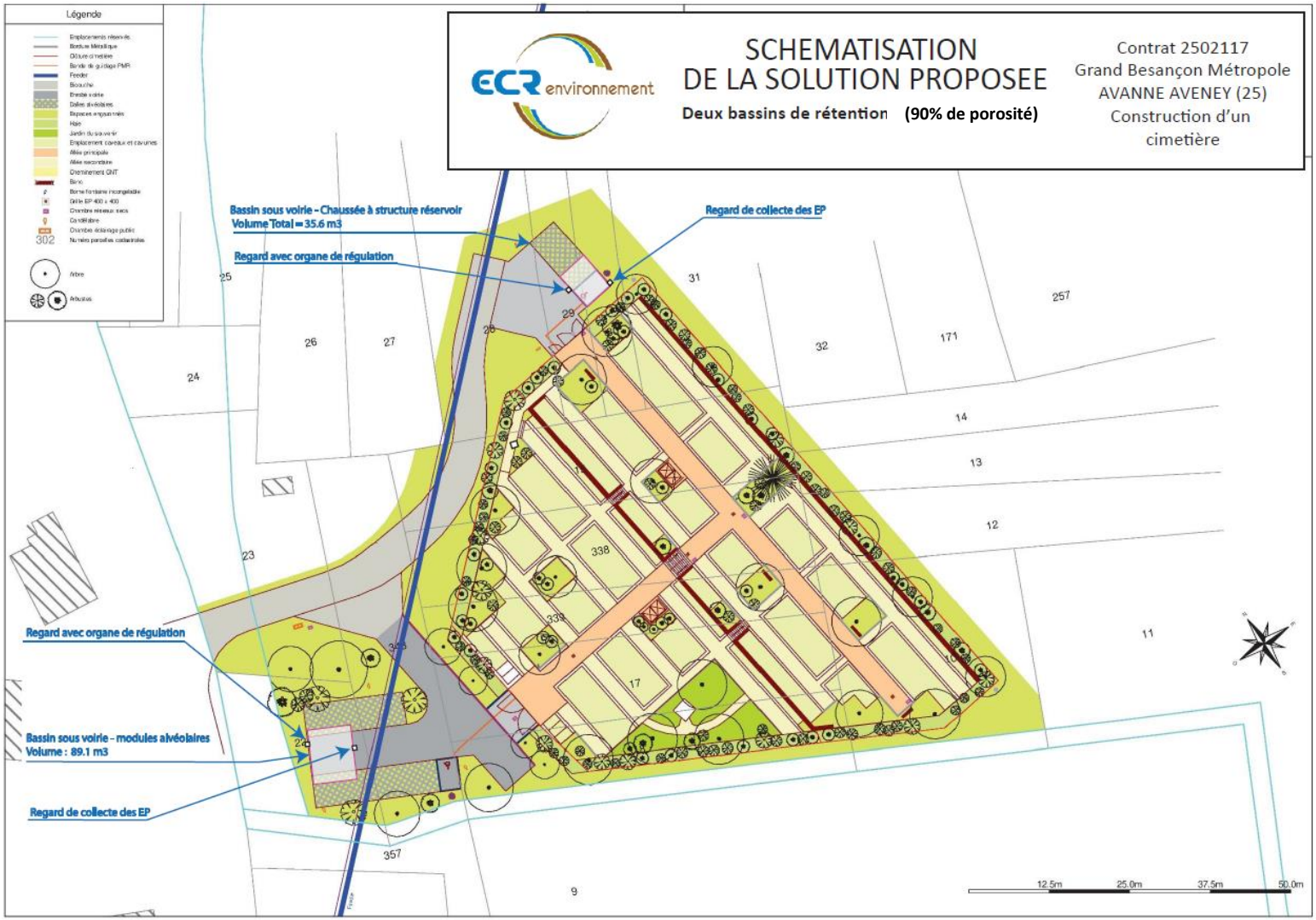
11. SCHEMATISATION DE LA SOLUTION RETENUE ET CONCLUSION

Dans ce dernier chapitre, il est proposé d'illustrer schématiquement les solutions présentées précédemment.
La géométrie et la position de(s) ouvrage(s) peuvent évoluer dès lors que les volumes sont respectés


SCHEMATISATION
DE LA SOLUTION PROPOSEE
Bassin de rétention unique (30% de porosité)
Contrat 2502117
Grand Besançon Métropole
AVANNE AVENEY (25)
Construction d'un
cimetière
Légende
Regard de collecte des EP
Regard avec organe de régulation
Bassin sous voirie (chaussée à structure réservoir)
Volume = 121.5 m3
12.5m
25.0m
37.5m
50.0m


SCHEMATISATION
DE LA SOLUTION PROPOSEE
Un bassin de rétention (90% de porosité)
à modules alvéolaires
Contrat 2502117
Grand Besançon Métropole
AVANNE AVENEY (25)
Construction d'un
cimetière
Légende
Regard avec organe de régulation
Bassin sous voirie - modules alvéolaires
Volume : 121.5 m3
Regard de collecte des EP
12.5m
25.0m
37.5m
50.0m


SCHEMATISATION
DE LA SOLUTION PROPOSEE
Deux bassins de rétention (30% de porosité)
Contrat 2502117
Grand Besançon Métropole
AVANNE AVENEY (25)
Construction d'un
cimetière
Légende
Bassin sous voirie - Chaussée à structure réservoir
Volume Total = 34 m3
Regard avec organe de régulation
Regard de collecte des EP
Regard avec organe de régulation
Bassin sous voirie - modules alvéolaires
Volume : 88 m3
Regard de collecte des EP
12.5m
25.0m
37.5m
50.0m


SCHEMATISATION
DE LA SOLUTION PROPOSEE
Deux bassins de rétention (90% de porosité)
Contrat 2502117
Grand Besançon Métropole
AVANNE AVENEY (25)
Construction d'un cimetière
Légende
Bassin sous voirie - Chaussée à structure réservoir
Volume Total = 35.6 m3
Regard avec organe de régulation
Regard de collecte des EP
Regard avec organe de régulation
Bassin sous voirie - modules alvéolaires
Volume : 89.1 m3
Regard de collecte des EP
12.5m
25.0m
37.5m
50.0m

Annexe 1

Plan projet

Avanne - Aveney

Grand Besançon Métropole

Direction Grands Travaux

ESQ

Lieu dit Derrière Chaillot
Rue du Vignier

Aménagement du nouveau cimetière d'Avanne-Aveney
Plan Esquisse Paysagère

1/500	E	21/01/2022	MF/AR	Ref : AVANNE - Cimetière - ESQ E 0

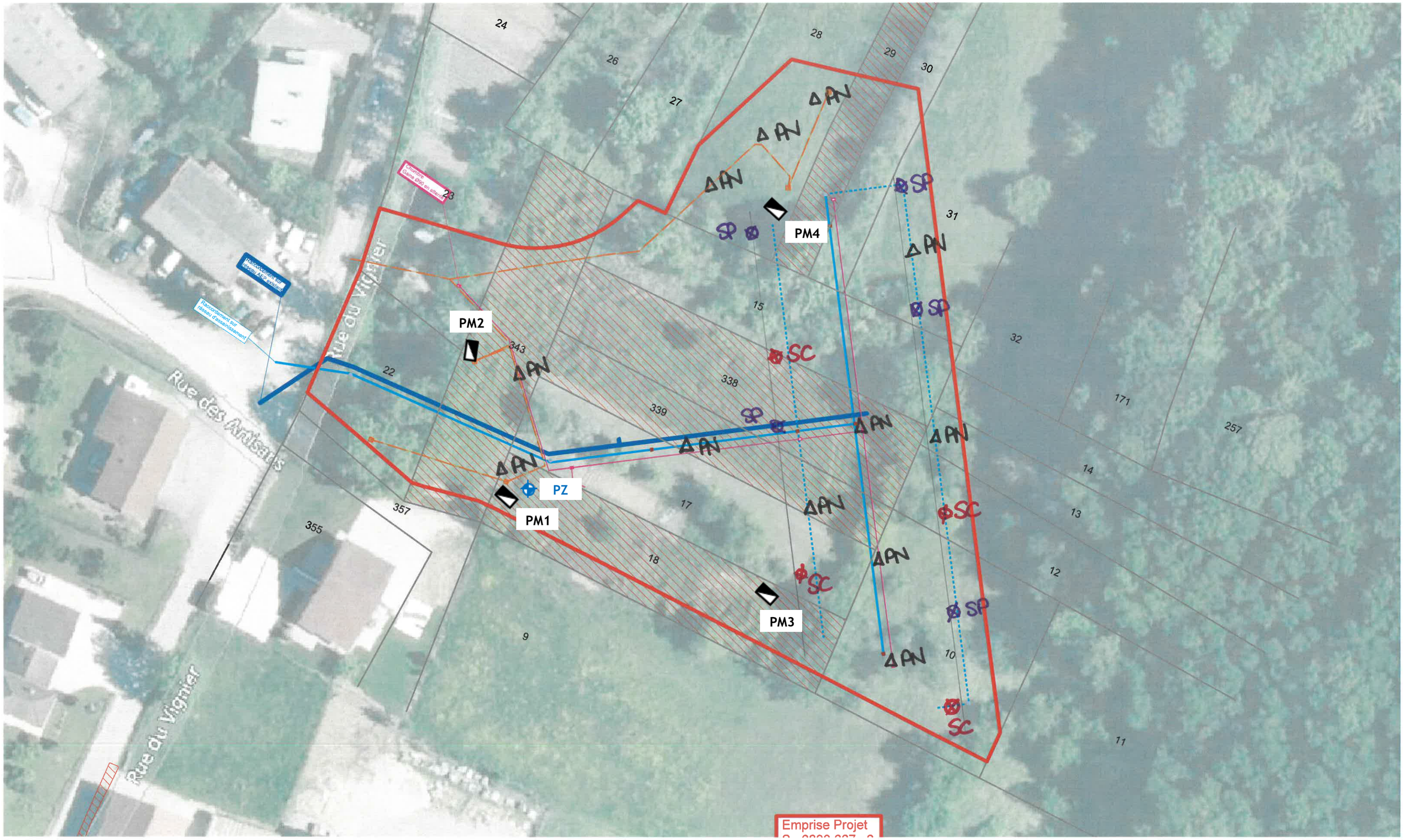
Annexe 2

Plans de situation et d'implantation des sondages (+ coupes)

Plan d'implantation des sondages

Commune de Avanne-Aveney (25)

Création d'un cimetière



Sondage à la pelle mécanique (PM)

Piézomètre (PZ)

29/08/2022

AVANNE AVENEY (25)
Création d'un cimetière
Grand Besançon Métropole

(Contrat 2502117)

Date début : **25/07/2022** Machine : **Pelle mécanique** Profondeur : **0,00 - 2,10 m**

Forage : PM1

EXGTE 3.16/GTE

Cote NGF	Prof. (m)	Lithologie	Eau	Outil	Photos
237,35 m	0 – 0,20 m	Terre végétale argileuse	Venue d'eau à 1,8 m/TN	Pelle mécanique	
235,80 m	0,20 – 1,75 m	Argiles beiges à cailloutis calcaires			
235,45 m	1,75 – 2,10 m	Marnes bleues		2,10 m	

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

AVANNE AVENEY (25)
Création d'un cimetière
Grand Besançon Métropole

(Contrat 2502117)

Date début : **25/07/2022** Machine : **Pelle mécanique** Profondeur : **0,00 - 2,00 m**

Forage : PM2

EXGTE 3.16/GTE

Cote NGF	Prof. (m)	Lithologie	Eau	Outil	Photos
238 237,89 m	0 0,2	Terre végétale argileuse 0,20 m	Aucune venue d'eau	Pelle mécanique	
237 236,34 m	0,4 0,6 0,8 1 1,2 1,4 1,6	Argiles beiges et rouilles 1,75 m			
	1,8 2	Marnes bleues 2,00 m			

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

AVANNE AVENEY (25)
Création d'un cimetière
Grand Besançon Métropole

(Contrat 2502117)

Date début : **25/07/2022** Machine : **Pelle mécanique** Profondeur : **0,00 - 1,90 m**

Forage : PM3

EXGTE 3.16/GTE

Cote NGF	Prof. (m)	Lithologie	Eau	Outil	Photos
239,07 m	0 – 0,20 m	Terre végétale argileuse	Aucune venue d'eau	Pelle mécanique	
237,77 m	0,20 – 1,50 m	Argiles d'altération de couleur beige et jaunâtre			
237,37 m	1,50 – 1,90 m	Marnes bleues			

Cote NGF : 239 ; 238

Prof. (m) : 0 ; 0,2 ; 0,4 ; 0,6 ; 0,8 ; 1 ; 1,2 ; 1,4 ; 1,6 ; 1,8

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

AVANNE AVENEY (25)
Création d'un cimetière
Grand Besançon Métropole

(Contrat 2502117)

Date début : **25/07/2022** Machine : **Pelle mécanique** Profondeur : **0,00 - 2,00 m**

Forage : PM4

EXGTE 3.16/GTE

Cote NGF	Prof. (m)	Lithologie	Eau	Outil	Photos
241,54 m	0 – 0,20 m	Terre végétale argileuse	Aucune venue d'eau	Pelle mécanique	
241	0,2 – 1,50 m	Argiles d'altération de couleur beige et jaunâtre + cailloutis			
240,24 m	1,50 – 2,00 m	Marnes bleues			
240					
239,74 m	2				

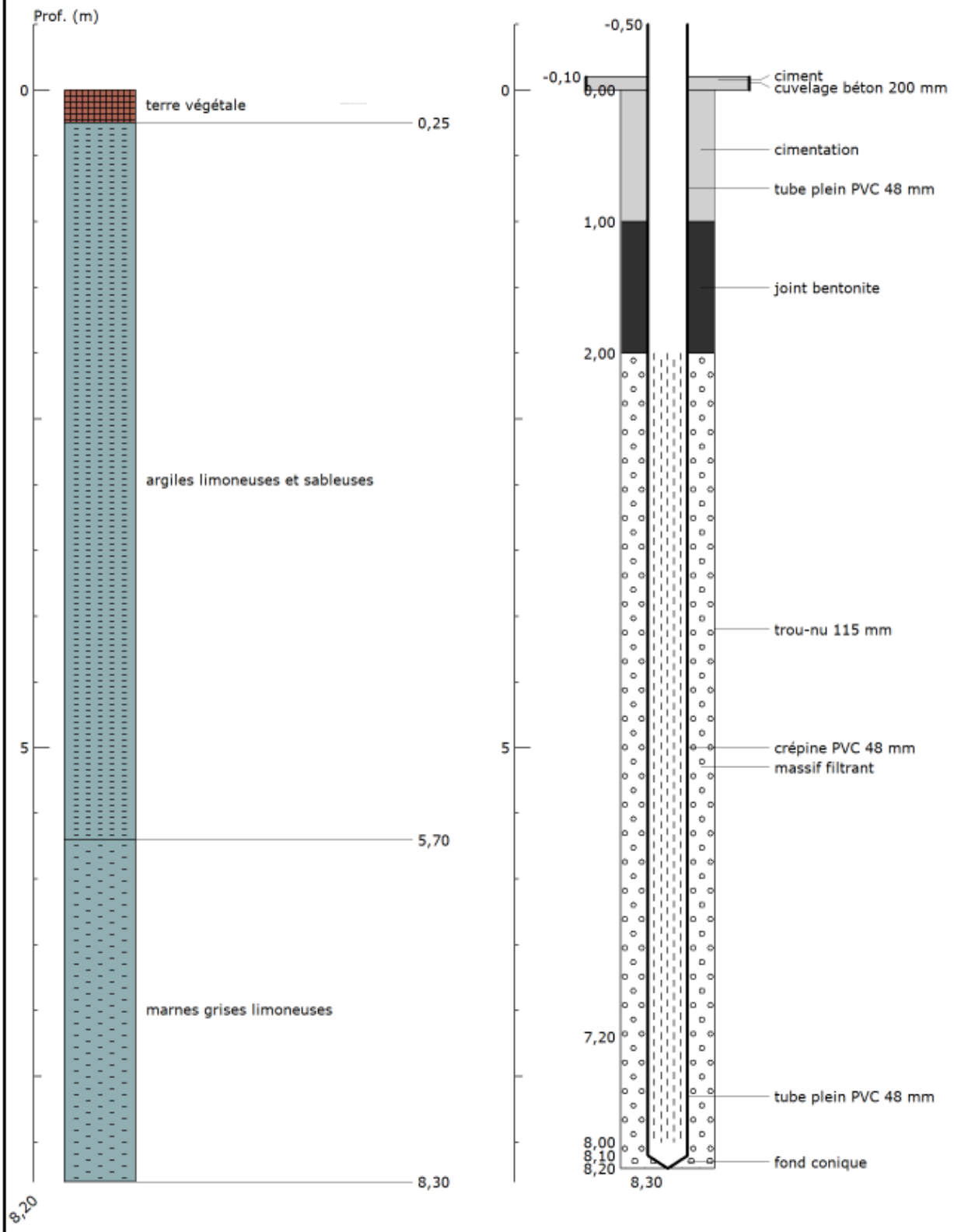
Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

Cimetière Avanne Aveney

Coupe technique du Piézomètre

Agence : BESANCON
ecr-environnement.com

Localisation (Lambert II étendu) X : 874361 km Y : 2251188 km Z : 237,73 m (coupe : 8 m)	Nature : Piézomètre Piézométrie indicative : NA Usage : Piézomètre d'observation	Machine employée : 403 + Tricône Dispositif de protection : capôt métal Lieu-dit/commune : Avanne-Aveney (25)



Crédit_ECR Environnent v.0

Annexe 3

Essais d'infiltration

Essai de perméabilité à l'eau en fouille de type MATSUO

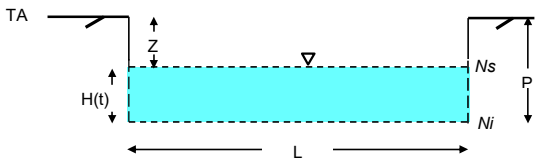
(à charge variable après arrêt d'injection)
en sols non non-saturés

Dossier : **2501970**
Chantier : **Avanne Avenay (25)**
Date : **25/07/2022**

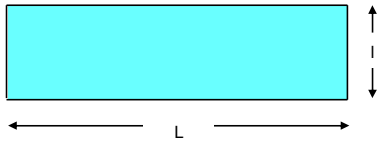
Lithologie **Argiles beiges**

Sondage : **PM1**
Profondeur d'essai :
de (Ns = Niveau supérieur) : 1,80 m /TA
à (Ni = Niveau inférieur) : 2,10 m /TA
(TA = Terrain Actuel)

Vue en coupe

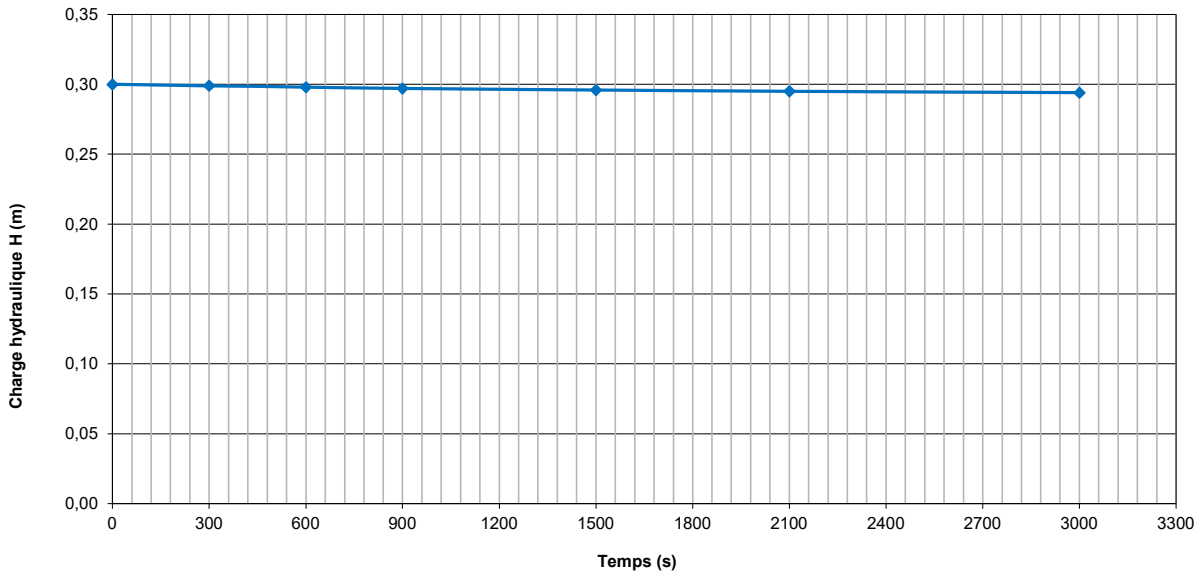


Vue en plan



Temps t en s	Charge hydraulique H(t) en m	Variation de charge ΔH(t) en m	Observations
0	0,300	0,000	
300	0,299	0,001	
600	0,298	0,001	
900	0,297	0,001	
1500	0,296	0,001	
2100	0,295	0,001	
3000	0,294	0,001	

L = Longueur de la fouille (en m) =	1,50
l = Largeur de la fouille (en m) =	0,40
P = Profondeur de la fouille / TA (en m) =	2,10
H(t(0)) = Charge au démarrage de l'essai (en m) =	0,30



k = 4E-07 m.s^{-1}

Essai de perméabilité à l'eau en fouille de type MATSUO

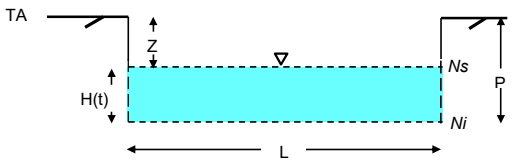
(à charge variable après arrêt d'injection)
en sols non non-saturés

Dossier : **2501970**
Chantier : **Avanne Avenay (25)**
Date : **25/07/2022**

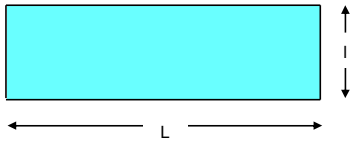
Lithologie **Argiles beiges**

Sondage : **PM2**
Profondeur d'essai :
de (Ns = Niveau supérieur) : 1,59 m /TA
à (Ni = Niveau inférieur) : 2,00 m /TA
(TA = Terrain Actuel)

Vue en coupe

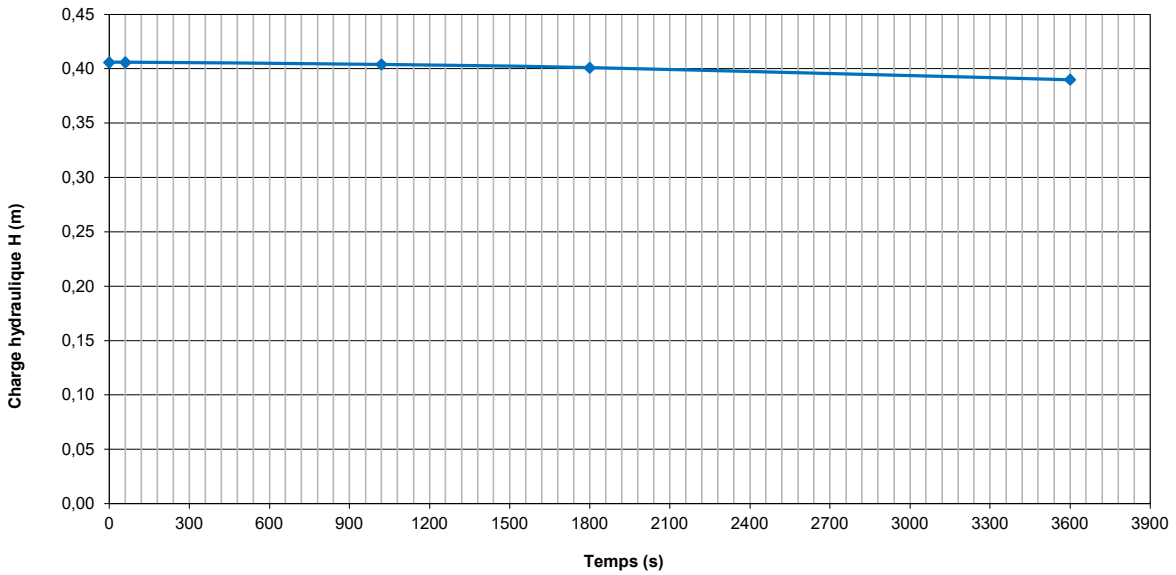


Vue en plan



Temps t en s	Charge hydraulique H(t) en m	Variation de charge ΔH(t) en m	Observations
0	0,406	0,000	
60	0,406	0,000	
1020	0,404	0,002	
1800	0,401	0,003	
3600	0,390	0,011	

L = Longueur de la fouille (en m) =	2,10
l = Largeur de la fouille (en m) =	0,70
P = Profondeur de la fouille / TA (en m) =	2,00
H(t(0)) = Charge au démarrage de l'essai (en m) =	0,41



k = <1E-08 m.s^{-1}

Essai de perméabilité à l'eau en fouille de type MATSUO

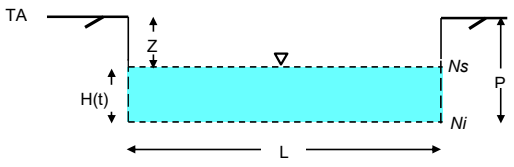
(à charge variable après arrêt d'injection)
en sols non non-saturés

Dossier : **2501970**
Chantier : **Avanne Avenay (25)**
Date : **25/07/2022**

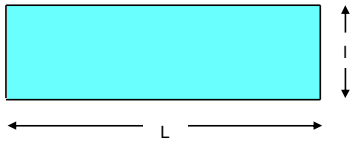
Lithologie **Argiles beiges**

Sondage : **PM3**
Profondeur d'essai :
de (Ns = Niveau supérieur) : 1,59 m /TA
à (Ni = Niveau inférieur) : 1,90 m /TA
(TA = Terrain Actuel)

Vue en coupe

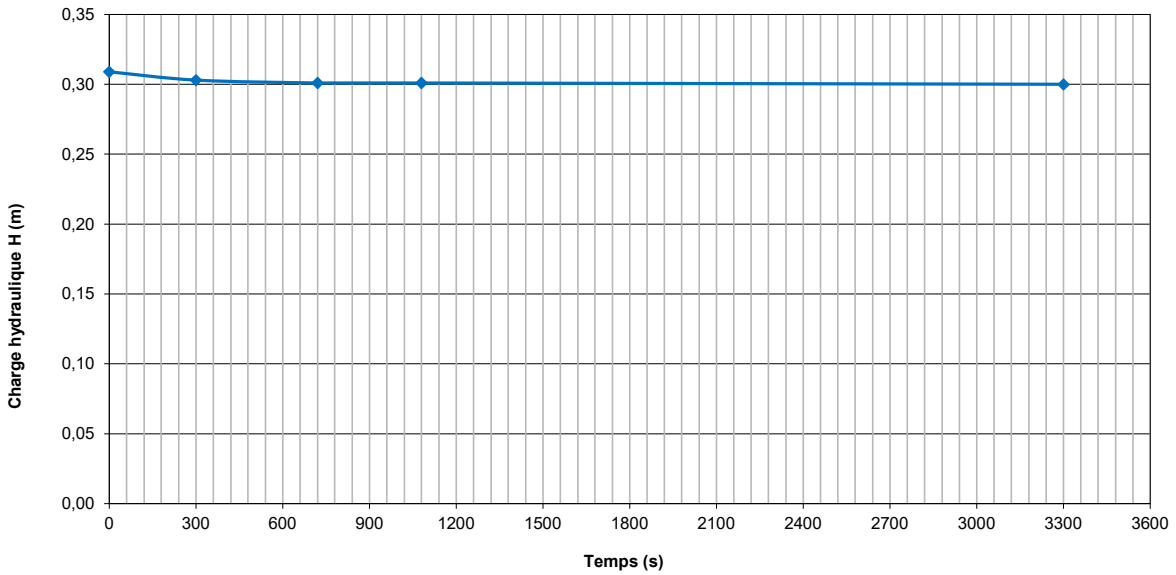


Vue en plan



Temps t en s	Charge hydraulique H(t) en m	Variation de charge ΔH(t) en m	Observations
0	0,309	0,000	
300	0,303	0,006	
720	0,301	0,002	
1080	0,301	0,000	
3300	0,300	0,001	

L = Longueur de la fouille (en m) =	1,90
l = Largeur de la fouille (en m) =	0,65
P = Profondeur de la fouille / TA (en m) =	1,90
H(t(0)) = Charge au démarrage de l'essai (en m) =	0,31



k = <1E-08 m.s^{-1}

Essai de perméabilité à l'eau en fouille de type MATSUO

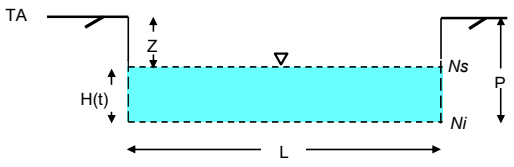
(à charge variable après arrêt d'injection)
en sols non non-saturés

Dossier : **2501970**
Chantier : **Avanne Avenay (25)**
Date : **25/07/2022**

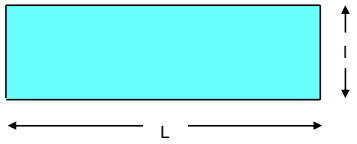
Lithologie **Argiles beiges**

Sondage : **PM4**
Profondeur d'essai :
de (Ns = Niveau supérieur) : 1,41 m /TA
à (Ni = Niveau inférieur) : 2,00 m /TA
(TA = Terrain Actuel)

Vue en coupe

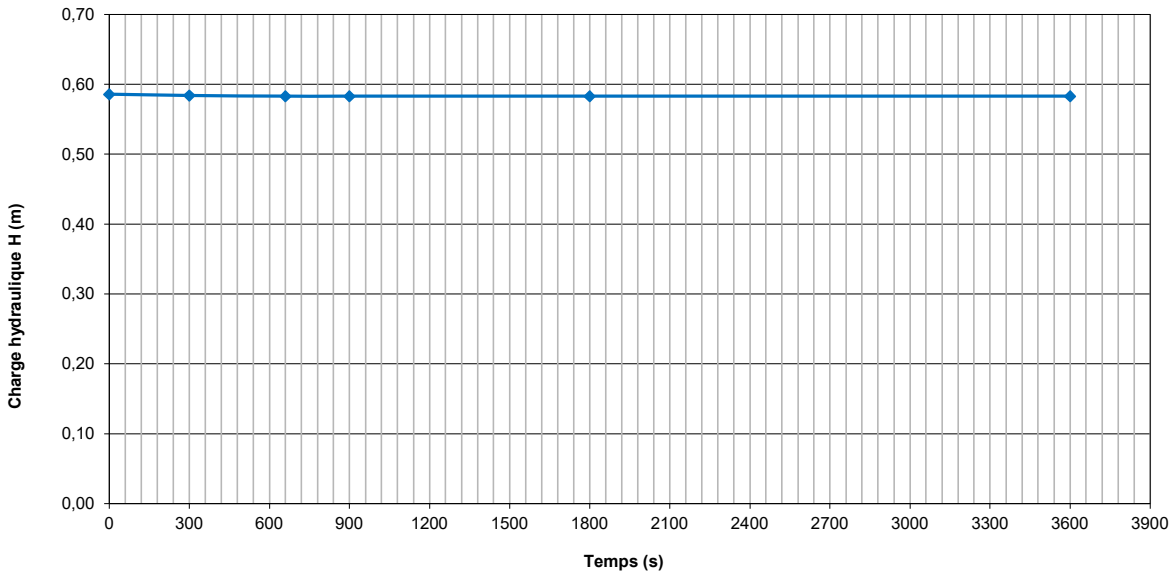


Vue en plan



Temps t en s	Charge hydraulique H(t) en m	Variation de charge ΔH(t) en m	Observations
0	0,586	0,000	
300	0,584	0,002	
660	0,583	0,001	
900	0,583	0,000	
1800	0,583	0,000	
3600	0,583	0,000	

L = Longueur de la fouille (en m) =	1,90
l = Largeur de la fouille (en m) =	0,70
P = Profondeur de la fouille / TA (en m) =	2,00
H(t(0)) = Charge au démarrage de l'essai (en m) =	0,59



k = <1E-08 m.s^{-1}

Annexe 4

Feuilles de calculs du dimensionnement

CALCULS HYDRAULIQUES D'UN OUVRAGE DE RETENTION

Méthode des pluies

commune (s) de : ***Avanne Aveney (25)***

Opération : ***Construction d'un cimetière***

bassin (s) versant (s) : ***Cimetière + BV***

Période de défaillance admissible : **20 ans**

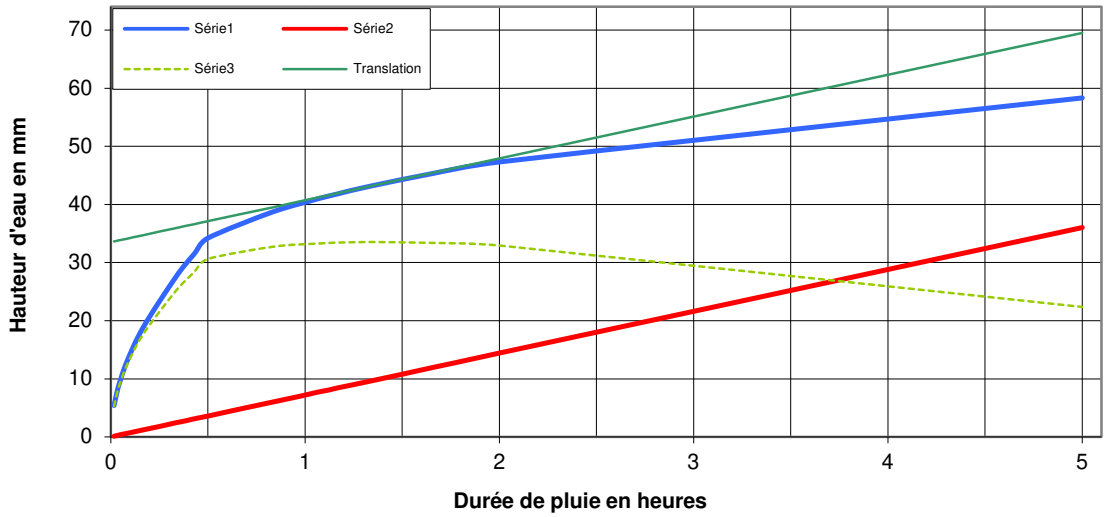
DONNEES

Surface élémentaire	**S =**	1,40100	**ha**
Coefficient d'apport	**C =**	0,26	
Surface active	**Sa =**	0,36164	**ha**
Débit de fuite	**Qf =**	7,23	**l/s**

Solution : Rétention seule

CALCULS INTERMEDIAIRES

q = 7,20 **mm / h**



Δh = 33,51 **mm**

RESULTATS

Volume brut : 121,183 **m^3**

Coefficient majoration : *0%*

Volume utile majoré : 121,183 **m^3**

COURRIER

Enquête de voisinage - Questionnaire

Beure, le 23 novembre 2022

Objet : Questionnaire sur les usages de l'eau dans la nappe alluviale du Doubs à l'aval d'Avanne

Bonjour,

à la demande de la commune d'Avanne-Aveney, le Cabinet Reilé est mandaté pour réaliser une étude sur les usages de l'eau de la nappe alluviale du Doubs dans le secteur aval de la commune (à partir du pont).

Dans ce cadre, nous réalisons une enquête de voisinage pour identifier tous les points d'eau (puits, forages) sur le secteur, et identifier leur usage (domestique, jardinage, etc.).

Cette enquête, dont le questionnaire est joint, vous prendra quelques minutes et ne vous engage en rien. Nous vous invitons à y participer, même si vous ne possédez pas de points d'eau sur votre propriété.

Le questionnaire doit être retourné dans la lettre pré-affranchie, dans laquelle vous avez trouvé cette enquête. Une réponse est souhaitée avant fin 2022, mais vous pouvez tout de même renvoyer ce questionnaire si le délai est dépassé.

Pour plus d'informations, veuillez contacter le chargé d'étude :

Benoît Reilé / benoit.reile@cabinet-reile.fr / 03 81 51 89 76

En vous remerciant pour votre participation.

Pascal Reilé

Directeur

CABINET REILÉ Environnement
VILLA SAINT CHARLES
7, rue Paul Dubourg - 25720 BEURE
Agglomération du Grand Besançon
Tél. (00)3 81 51 89 76 - Fax (00)3 81 51 27 11
cabinetreile@neos.fr - Siret 351 734 736 00017

QUESTIONNAIRE

Nom, Prénom	
Adresse	
Téléphone (facultatif)	
Mail (facultatif)	

Avez-vous un puits ou un forage sur votre propriété présentant un niveau d'eau ?	☐ OUI ☐ NON
Quelle est la profondeur approximative de cet ouvrage ?	…….. mètres
Quel(s) usage(s) faites-vous de ce point d'eau (consommation, jardin, toilettes, buanderie, autres usages) ? *Préciser toutes les utilisations possibles de cette eau.*	• …… • …… • …… • …… • ……
Si oui, autorisez-vous le Cabinet Reilé à y réaliser un relevé ponctuel pour contribuer à la réalisation de l'étude ?	☐ OUI ☐ NON

Avez-vous déjà subi des inondations <u>par remontée de nappe</u> (remontée du niveau d'eau avec inondation de cave, garage, sous-sol, RDC, etc.) ?	☐ OUI ☐ NON
Disposez-vous de photographies ou de repères visibles témoignant des phénomènes d'inondation que vous avez-pu observer ?	☐ OUI ☐ NON
Permettez-vous un accès à ces repères ? ou acceptez-vous de mettre à disposition vos photographies pour les besoins de l'étude (elles vous seront restituées après leur copie numérique) ?	☐ OUI ☐ NON

Avez-vous connaissance de la présence d'une source ou de niveaux d'émergence dans le secteur ? *Si oui, merci de la localiser sur l'une des cartes ci-après.*	☐ OUI ☐ NON

Connaissez-vous une autre personne qui dispose d'une bonne connaissance historique et pouvant nous renseigner sur d'éventuels phénomènes de remontée de nappe sur le secteur ?	Nom, Prénom : Adresse : Téléphone (facultatif) :

Indiquez de façon libre toute information complémentaire que vous souhaitez communiquer.

En cas de besoin, autorisez-vous le Cabinet Reilé à vous contacter pour repréciser des éléments que vous avez communiqués dans ce questionnaire ?	☐ OUI ☐ NON

Nom Prénom, Date, Signature

Indiquer au stylo sur l'une des cartes suivantes (carte topographique ou vue aérienne), les **points d'eaux et éventuelles sources/émergences identifiées.**

LOCALISATION SUR CARTE TOPOGRAPHIQUE

LOCALISATION SUR ORTHOPHOTOGRAPHIE AERIENNE