

Assainissement

Hydrologie

Hydrogéologie



ÉTUDE D'INFILTRATION DES EAUX PLUVIALES ET DIMENSIONNEMENT DE L'OUVRAGE DE GESTION

Aménagement d'un lotissement

Chemin des Tranchandières
ANGERS (49)

Maitre d'ouvrage :

Alter Cités
48C Boulevard Foch
49101 Angers Cedex 02



Dossier n°PCa2022-06-45/2				Fichier : 2022-06-45/2 Rapport EP	
Indice	Date	Contenu	Rédigé par	Contrôlé par	Modifications / Observations
A	Juin 2023	31 pages (hors annexes)	Christian TANZI	Mathurin BAUGE	Première diffusion

AGENCE DE POITIERS
53 rue du Bois d'Amour - 86280 SAINT BENOIT
Tel : 05.49.51.24.24
Courriel : contact86@geotechnique-sas.com

SOMMAIRE

1.	DEFINITION DE L'OPERATION.....	4
2.	RESUME DE L'ETUDE.....	4
3.	REGLEMENTATION NATIONALE / LOCALE.....	5
3.1.	A l'échelle nationale	5
3.2.	A l'échelle locale.....	6
4.	DOCUMENTS COMMUNIQUEES	8
5.	CADRE DE L'ETUDE	8
6.	LIMITES DE L'ETUDE	9
7.	DONNEES GENERALES	10
7.1.	Situation du terrain.....	10
7.2.	Contexte topographie - morphologie	11
7.3.	Bassin versant amont intercepté par le projet	12
7.4.	Contexte géologique	14
7.5.	Contexte hydrogéologique	14
7.6.	Contexte hydrographique	15
7.7.	Captages d'eau potable et enjeux locaux	15
7.8.	Risques Inondation / Remontée de nappe / Glissement de terrain.....	15
8.	ORGANISATION DE LA RECONNAISSANCE	16
8.1.	Programme des investigations.....	16
8.2.	Schéma d'implantation des sondages	17
8.3.	Sondage de reconnaissance	18
8.4.	Essais de percolation à charge constante (type PORCHET).....	18
8.4.1.	Méthodologie	18
8.4.2.	Résultats des essais.....	18
8.4.3.	Interprétation.....	19
9.	SYSTEME DE GESTION DES EAUX PLUVIALES	20
9.1.	Aptitude à l'infiltration.....	20
9.2.	Contexte.....	21
9.3.	Calculs par la méthode des ratios (suivant règlement Zonage Pluvial)	21
9.3.1.	Débit de fuite.....	21
9.3.2.	Calcul.....	22
9.4.	Calculs par la méthode des pluies	23
9.4.1.	Calcul de la Surface active (Sa)	23
9.4.2.	Débit de fuite.....	23
9.4.3.	Estimation du volume décennal à stocker (Méthode des pluies)	23

9.5. Conclusion.....	26
10. RECAPITULATIF DE LA SOLUTION A METTRE EN PLACE	26
10.1. Généralités	26
10.2. Equipement annexe (regards de décantation...)	26
11. EXEMPLE D'IMPLANTATION	28
12. REMARQUES & PRECONISATIONS.....	29
ANNEXES	31

1. DEFINITION DE L'OPERATION

Opération			
Devis	PCa2022-06-45/2		
Mission	Etude d'infiltration et de gestion des eaux pluviales		
Adresse	Chemin des Tranchandières - ANGERS (49)		
Maitre d'ouvrage	ALTER CITES		
Caractéristiques du projet			
Projet	Aménagement d'un lotissement de 9 lots		
Parcelles	F 885 à 887 et 1605	Superficie du terrain	5762 m²
Profondeur de la nappe	Supposé peu profond (<2 m)	Zone inondable	non
Pente générale	1 à 6 % vers le Sud-Est		
Surface imperméabilisée	2034 m²	Surface active	2120 m²
Réglementation locale	Règlement zonage Angers Loire Métropole – réseau bien dimensionné		
	Pluie décennale		
	Volume de rétention : 22 l/m²/SI		
	Débit de fuite : 10 l/s/ha		
	Temps de vidange : 24 h		
Remarque	Conformément à la demande du client, la surface imperméabilisée retenue pour les lots est de 1450 m²		

2. RESUME DE L'ETUDE

Résumé de l'étude de sol					
Aptitude du sol	Profondeur		Coupe de sol moyenne du terrain du projet	Perméabilité retenue pour l'infiltration	
	de	à		(mm/h)	(m/s)
	0	0,10 m	Terre végétale	19,9	5,5E-06
	0,10	0,40 m	Remblais limoneux		
Système de gestion des eaux pluviales retenu (par rejet vers exutoire)					
Prétraitement	Système de rétention		Rejet		
Dessableur/Dégrilleur	Type de rétention	Volume de rétention	Débit de fuite	5,7 l/s	
	Bassin enterré	45 m³	Exutoire	Réseau EP	
Remarque : compte tenu de la présence d'une nappe (supposée) à faible profondeur et en l'absence d'un suivi piézométrique associé à la définition du niveau NPHE , la solution d'une gestion par infiltration des eaux pluviales ne sera pas retenue. Il conviendra alors de réaliser un ouvrage étanche et de protéger les éléments de la poussée hydrostatique.					

3. REGLEMENTATION NATIONALE / LOCALE

Pour une gestion des eaux pluviales fonctionnelle, des lois et règlements à l'échelle nationale et locale proposent ou imposent des prescriptions à adopter.

3.1. A l'échelle nationale

Les articles 640, 641 et 681 du Code Civil imposent une réglementation générale aux problèmes d'écoulement des eaux pluviales entre terrains voisins.

Article 640 : « *les fonds inférieurs sont assujettis envers ceux qui sont plus élevés à recevoir les eaux qui en découlent naturellement sans que la main de l'homme y ait contribué.*

Le propriétaire inférieur ne peut point élever de digue qui empêche cet écoulement.

Le propriétaire supérieur ne peut rien faire qui aggrave la servitude du fonds inférieur. »

Article 641 : « *tout propriétaire a le droit d'user et de disposer des eaux pluviales qui tombent sur son fonds.*

Si l'usage de ces eaux ou la direction qui leur est donnée aggrave la servitude naturelle d'écoulement établie par l'article 640, une indemnité est due au propriétaire du fonds inférieur. »

Article 681 : « *Tout propriétaire doit établir des toits de manière que les eaux pluviales s'écoulent sur son terrain ou sur la voie publique ; il ne peut les faire verser sur le fonds de son voisin. »*

Selon l'article 1331-1 du Code de la Santé Publique : « *La commune peut fixer des prescriptions techniques pour la réalisation des raccordements des immeubles au réseau public de collecte des eaux usées et des eaux pluviales. »*

La loi sur l'eau n°2006-1772 du 30 décembre 2006, aujourd'hui codifiée au Code de l'Environnement, impose la maîtrise des eaux pluviales, à la fois sur le plan quantitatif et qualitatif, dans les politiques d'aménagement de l'espace.

En effet, les extensions des zones urbaines et des infrastructures de transports sont susceptibles d'aggraver les effets néfastes du ruissellement pluvial. L'imperméabilisation des sols entraîne :

- une concentration rapide des eaux pluviales et une augmentation des pointes de débit aux exutoires pouvant s'accompagner de problèmes de débordement ;
- des apports de pollution pouvant être très perturbant pour les milieux récepteurs.

Les installations, ouvrages, travaux et activités visés à l'article L.214-1 sont définis dans une nomenclature, établie par décret en Conseil d'État après avis du Comité national de l'eau, et soumis à autorisation ou à déclaration suivant les dangers qu'ils présentent et la gravité de leurs effets sur la ressource en eau et les écosystèmes aquatiques compte tenu notamment de l'existence des zones et périmètres institués pour la protection de l'eau et des milieux aquatiques.

Les rejets importants d'eaux pluviales sont ainsi soumis à une procédure « au titre de la loi sur l'eau » (art. L. 214-1 à L.214-6 du code de l'environnement) et sont principalement concernés par la **rubrique 2.1.5.0 de la nomenclature de l'article R. 214-1 du code de l'environnement** :

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 ou égale à 20 ha => Autorisation
- Supérieure à 1 ha et inférieure à 20 ha => Déclaration

Les Schémas Directeurs d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE), issus de la loi sur l'Eau du 3 janvier 1992, ont été élaborés par les comités de bassin en concertation étroite avec l'ensemble des usagers et acteurs concernés (conseils généraux, régionaux, milieux économiques et associatifs, services de l'État, ...).
Ce sont des outils de planification pour l'eau et les milieux aquatiques. Ils encadrent désormais les décisions publiques et les programmes de l'État et des collectivités territoriales en matière d'assainissement, inondations, zones humides, aménagement de rivières, police de l'eau, ...

Selon le Code de l'urbanisme et les règlements locaux d'urbanisme, « *le permis de construire ou d'aménager ne peut être accordé que si les travaux projetés sont conformes aux dispositions législatives et réglementaires relatives à l'utilisation des sols, à l'implantation, la destination, la nature, l'architecture, les dimensions, l'assainissement des constructions et à l'aménagement de leurs abords et s'ils ne sont pas incompatibles avec une déclaration d'utilité publique.* »

La loi MAPTAM (Modernisation de l'Action Publique Territoriale et d'Affirmation des Métropoles) du 27 Janvier 2014 et la loi NOTRe (Nouvelle Organisation Territoriale de la République) impose aux communautés de communes et aux communautés d'Agglomération la gestion de la compétence assainissement dans sa globalité et de la compétence GEMAPI (Gestion des milieux aquatiques et de prévention des inondations).

3.2. A l'échelle locale

A l'échelle communale ou intercommunale, les outils réglementaires relèvent aussi bien de la gestion de l'eau que de l'urbanisme. Il s'agit principalement des prescriptions pour le raccordement des rejets d'eaux pluviales, du zonage pluvial et du Plan Local d'Urbanisme (PLU, PLU intercommunal ou carte communale).

L'article L2224-10 du Code général des collectivités territoriales indique que « *les communes ou leurs établissements publics de coopération délimitent, après enquête publique réalisée conformément au chapitre III du titre II du livre Ier du code de l'environnement :*

- *Les zones où des mesures doivent être prises pour limiter l'imperméabilisation des sols et pour assurer la maîtrise du débit et de l'écoulement des eaux pluviales et de ruissellement ;*
- *Les zones où il est nécessaire de prévoir des installations pour assurer la collecte, le stockage éventuel et, en tant que de besoin, le traitement des eaux pluviales et de ruissellement lorsque la pollution qu'elles apportent au milieu aquatique risque de nuire gravement à l'efficacité des dispositifs d'assainissement.* »

La commune d'Angers dispose d'un zonage pluvial. La parcelle y est située dans un secteur au « réseau bien dimensionné ».

Le terrain est situé en zone UC du PLU. Elle correspond aux zones à dominante d'habitat, caractérisées par des typologies majoritaires de forme individuelle ou intermédiaire.

Concernant les eaux pluviales, il est mentionné :

Règlements zonage pluvial dans les Zones urbaines et à urbaniser (« U » ou « AU ») :

En cas d'imperméabilisation nouvelle, le débit après l'urbanisation des parcelles ne doit pas dépasser le débit actuel. En effet les modélisations mathématiques réalisées sur les réseaux d'eaux pluviales ont montré que les collecteurs de certains bassins versants débordent pour la pluie décennale (pluie de référence).

Il existe trois types de règlement pour les zones « U » et « AU » :

1. La superficie de l'opération < 2000 m² et la superficie du bassin versant interceptée par le projet < 1 ha,
2. 2000 m² < La superficie de l'opération < 1 ha et la superficie du bassin versant interceptée par le projet < 1 ha,
3. La surface d'opération ou la surface du bassin versant interceptée par le projet > 1 ha.

Si $K > 10^{-4}$ => Infiltration par parcelle est fortement conseillée pour les 2 types (sauf les eaux de voirie dans les périmètres de captage d'eau potable et sauf les tissus urbains denses),

- Si $S < 2000$ m² et $S_{bv} < 1$ ha, Débit rejeté au réseau public: de 10 à 30 l/s/ha (en fonction de la catégorie de la zone concernée),
- Si $1 \text{ ha} < S < 2000$ m² et $S_{bv} < 1$ ha, débit rejeté au réseau public: de 2 à 10 l/s/ha,

(S_{bv} = Surface du bassin versant interceptée par le projet)

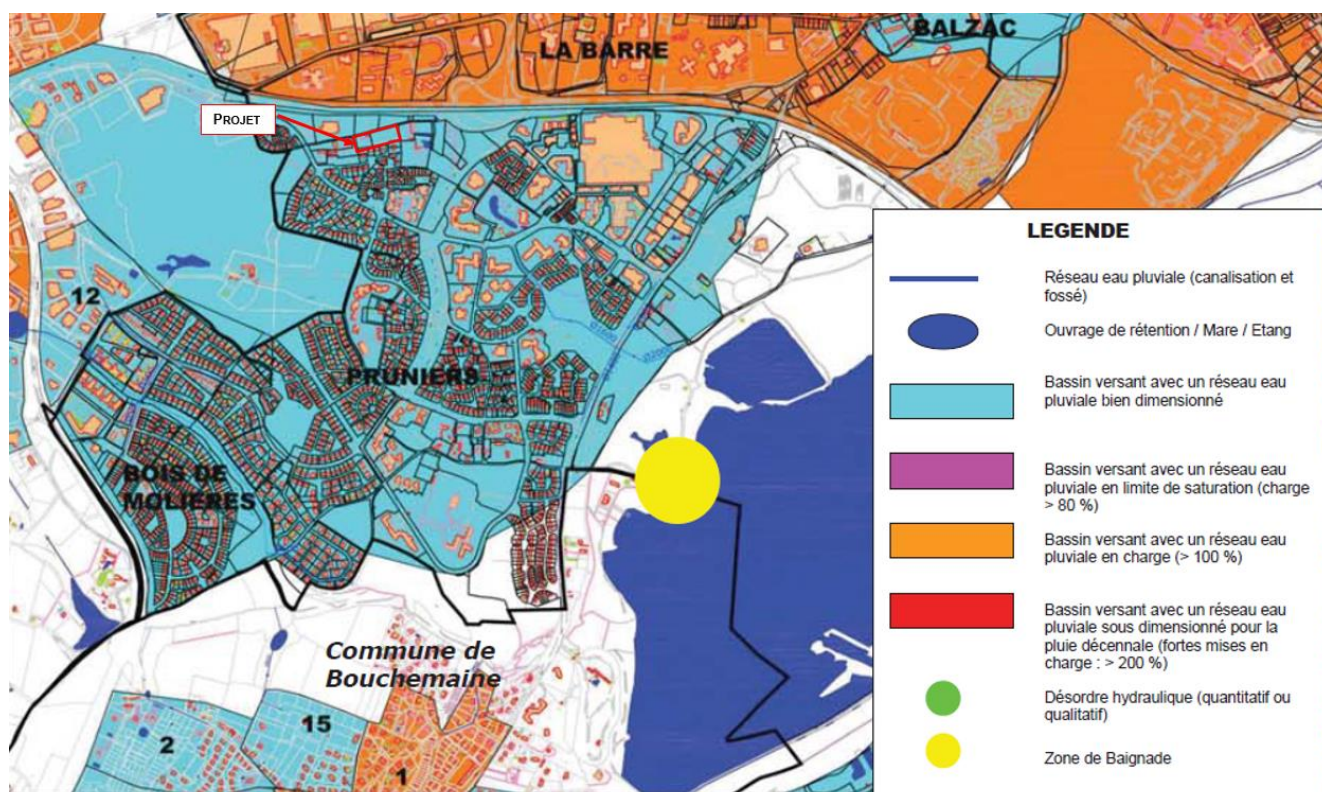
Dans tous les cas si :

La superficie de l'opération > 1 ha ou la superficie du bassin versant interceptée par le projet > 1 ha : réaliser un dossier d'incidence sur l'eau.

Ce seuil de 2 000 m² est une proposition d'EGIS, par retour d'expérience.

Aucune contrainte de pourcentage d'imperméabilisation maximale n'est définie à la parcelle : Tout projet devra répondre débit de fuite maximal défini pour la gestion des eaux pluviales, ainsi qu'aux dispositions du PLU (notamment concernant les espaces végétalisés).

Extrait du zonage pluvial pour les zones U et AU (source : Angers Loire Métropole)



Selon le zonage pluvial, le projet est situé dans un secteur avec un réseau bien dimensionné. Ainsi, les règles de dimensionnement à appliquer sont les suivantes :

Règlement de zonage pluvial pour les zones « AU » et « U » de « TYPE 2 » :
Lorsque le terrain d'assiette de l'opération est > 2 000 m² et la superficie du bassin versant interceptée par le projet < 1 ha :
(Tableau de Synthèse)

Type de bassin versant	Symbole / hachure	Si surface imperméabilisée créée est > à	Débit de fuite ouvrage rétention / ha	Débit de fuite ouvrage rétention / m ²	Volume de rétention (m ³ /ha surface imperméabilisée	Volume de rétention (litre/m ² surface imperméabilisée
Bassins versants divers		100 m ²	10 l/s/ha	0.001 l/s/m ²	220 m ³	22 l/m ²
Réseau bien dimensionné		100 m ²	10 l/s/ha	0.001 l/s/m ²	220 m ³	22 l/m ²
Réseau en limite de saturation (charge > 80 %)		100 m ²	5 l/s/ha	0.0005 l/s/m ²	290 m ³	29 l/m ²
Réseau en charge (> 100 %)		60 m ²	2 l/s/ha	0.0002 l/s/m ²	380 m ³	38 l/m ²
Réseau en forte mise en charge (> 200 %)		40 m ²	2 l/s/ha	0.0002 l/s/m ²	380 m ³	38 l/m ²

PROJET

4. DOCUMENTS COMMUNIQUES

Pour réaliser sa mission, S2e disposait des documents suivants :

Document	Echelle	Transmission	Format	Version
Plans permis d'aménager :				
• Plan de synthèse réseau	1/250	Maitre d'ouvrage	.pdf et dwg	11/04/2023
• Plan des réseaux EP et EU	1/250		.pdf et dwg	18/04/2023
• Plan d'aménagement	1/500		.dwg	29/06/2022

5. CADRE DE L'ETUDE

La présente étude concerne la création d'un lotissement de 9 lots sur la commune d'ANGERS (49).

Conformément à notre proposition technique et financière validée par le pétitionnaire et selon la réglementation en vigueur, la présente étude comprend :

- une analyse/synthèse graphique et documentaire des informations géologiques et hydrogéologiques ;
- l'état des lieux du terrain (surface, topographie, voisinage, hydrographie, enjeux, ...)
- la réalisation de sondages de reconnaissance et d'essais de perméabilité de type Porchet (charge constante) – réalisés dans le cadre de la mission géotechnique associée (réf PCa20232-06-45/1) répartis sur l'ensemble du site ;
- la rédaction d'un rapport décrivant les caractéristiques du mode de gestion des eaux pluviales permettant d'atteindre les objectifs réglementaires et technique tout en correspondant aux contraintes du projet et du terrain.

6. LIMITES DE L'ETUDE

La présente étude doit être considérée comme une étude de faisabilité et ne constitue en aucun cas un dossier d'exécution de travaux.

La présente étude rend compte des données de sol qui ont été établies au cours de notre intervention sur le terrain.

La présente étude et les plans associés ne constituent pas un rapport de Maîtrise d'Œuvre et ne pourront en aucun cas être utilisés comme valant exécution. Ce dossier constitue l'une des pièces exigées dans le cadre d'une demande de permis de construire.

Les résultats présentés dans ce rapport d'étude sont établis à partir des plans du projet transmis et des aménagements existants à ce jour à proximité de la zone d'étude. Toute modification du projet ou des aménagements alentours sera de nature à modifier les écoulements hydrologiques de la zone d'étude et les hypothèses de calcul prises en compte, le présent document devenant alors obsolète.

La présente étude ne concerne en rien les aspects géotechniques du projet (stabilité des pentes et du bâti, adaptation des projets à leurs sous-sols, ...), ces aspects pourront être étudiés par ailleurs.

Les aspects relatifs aux risques d'inondation ne relèvent pas de la présente étude.

Si des éléments nouveaux (n'ayant pu être détectés au cours des opérations de reconnaissances comme des failles, des remblais anciens ou récents, des cavernes de dissolution, des karsts, des hétérogénéités localisées, des venues d'eau, des pollutions, ...) sont mis en évidence lors de reconnaissances complémentaires ou lors de l'exécution des travaux, ceux-ci sont de nature à rendre caduques les prescriptions énoncées dans le présent document.

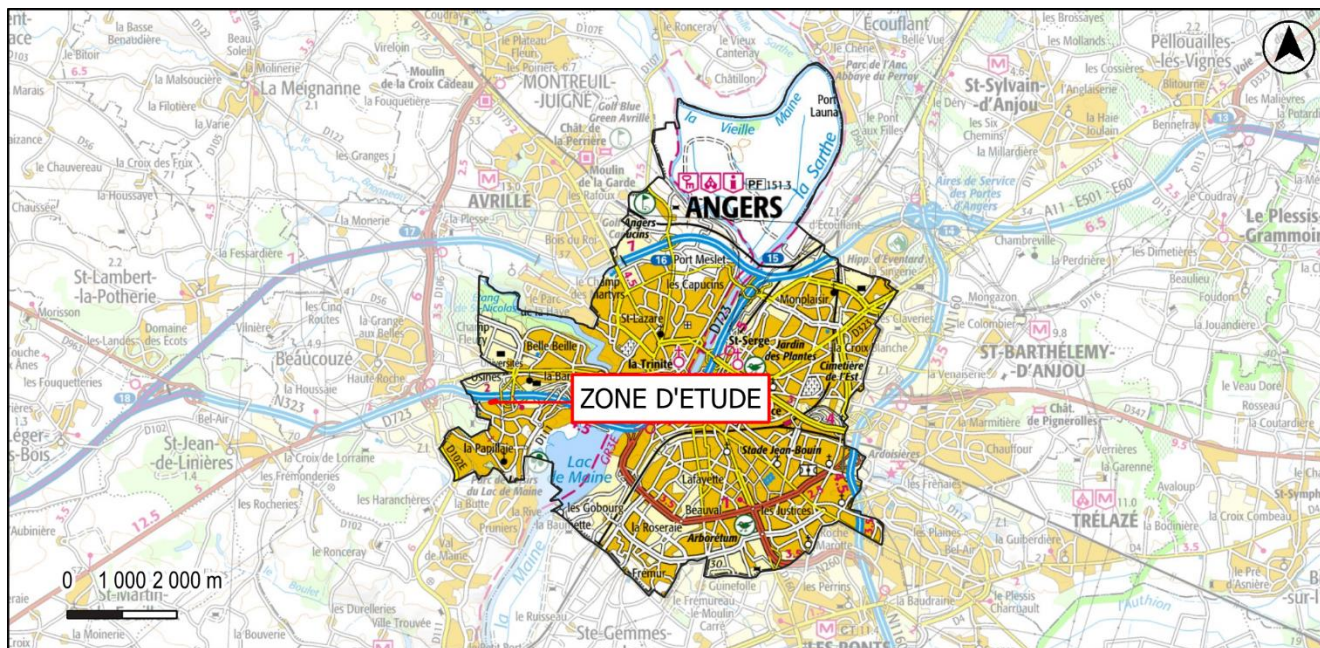
Tous les éléments nouveaux observés sur le site ainsi que tout incident important survenant au cours des travaux (éboulements des fouilles, dégâts occasionnés aux constructions avoisinantes ou mitoyennes, glissements de talus, effondrements de rocs, ...) doivent immédiatement nous être signalés afin de reconsidérer ou d'adapter les prescriptions initiales dans le cadre d'une mission complémentaire.

Le présent rapport d'étude forme un tout et les pages qui le constituent ne peuvent être séparées. Nous ne pourrions être tenus responsables des modifications apportées à notre étude uniquement dans le cas où nous aurions validé, par écrit, lesdites modifications.

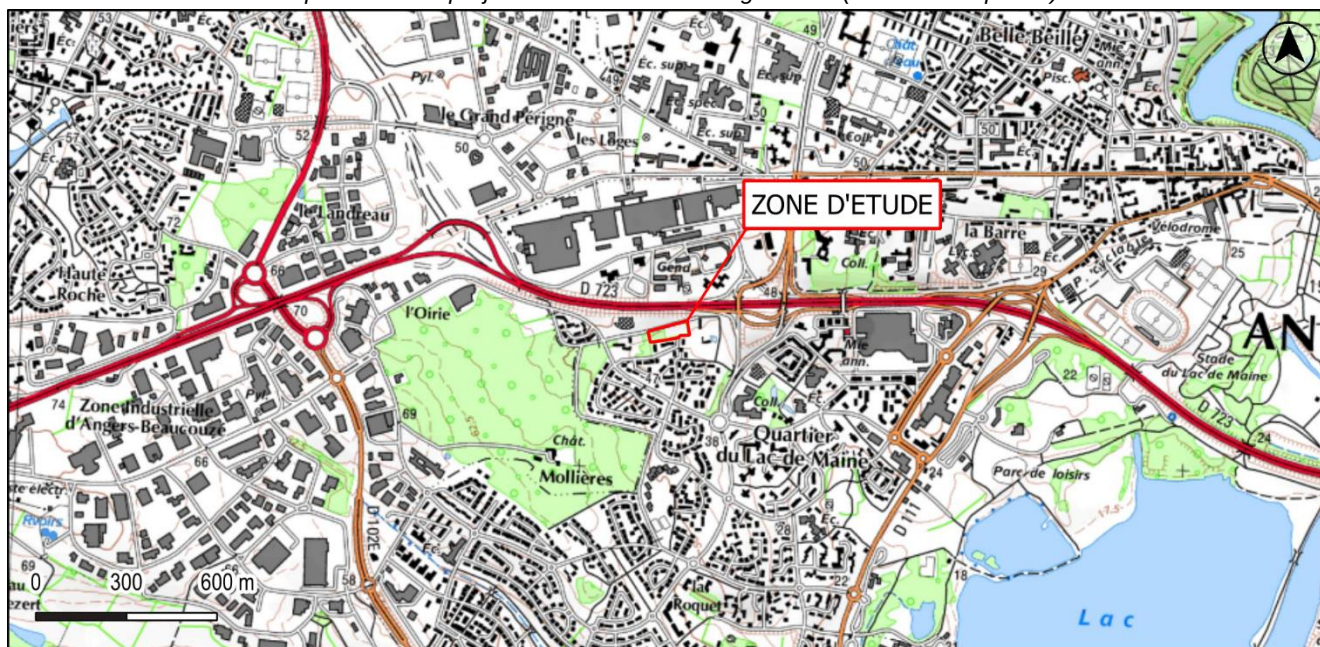
7. DONNEES GENERALES

7.1. Situation du terrain

Le projet se situe en partie Ouest de la commune d'ANGERS (49), « chemin des Tranchandières ».



Implantation du projet sur la commune d'Angers - 49 (Source: Géoportail)



Extrait de la carte IGN (Source : Géoportail)

7.2. Contexte topographie - morphologie

En mars et en mai 2023, lors de nos interventions, le site concerné par les investigations correspondait à une parcelle enherbée et arborée.

Il est en pente vers le Sud-Est (de l'ordre de 1 à 6%). L'altimétrie est comprise entre 44,5 m NGF en partie haute et 39,4 m NGF en partie aval.

Actuellement, le terrain est délimité par un mur au niveau des limites Nord, Est et Ouest et par un grillage en limite Sud avec les parcelles bâties.

Il convient de noter qu'une ouverture plurimétrique (mais fermée par un merlon d'un mètre de haut) est présente au droit du mur Nord.



Mur de clôture Nord (vue depuis le chemin des Tranchandières - amont du site)



Clôture et merlon végétalisé (vue depuis le chemin des Tranchandières - amont du site)

Dans le secteur du projet, l'habitat est dense et on trouve dans le voisinage immédiat :

- des propriétés bâties à l'Ouest, au Sud et à l'Est;
- une route puis des terrains végétalisés au Nord puis la rocade d'Angers.



Vue aérienne (Source : www.geoportail.gouv.fr)

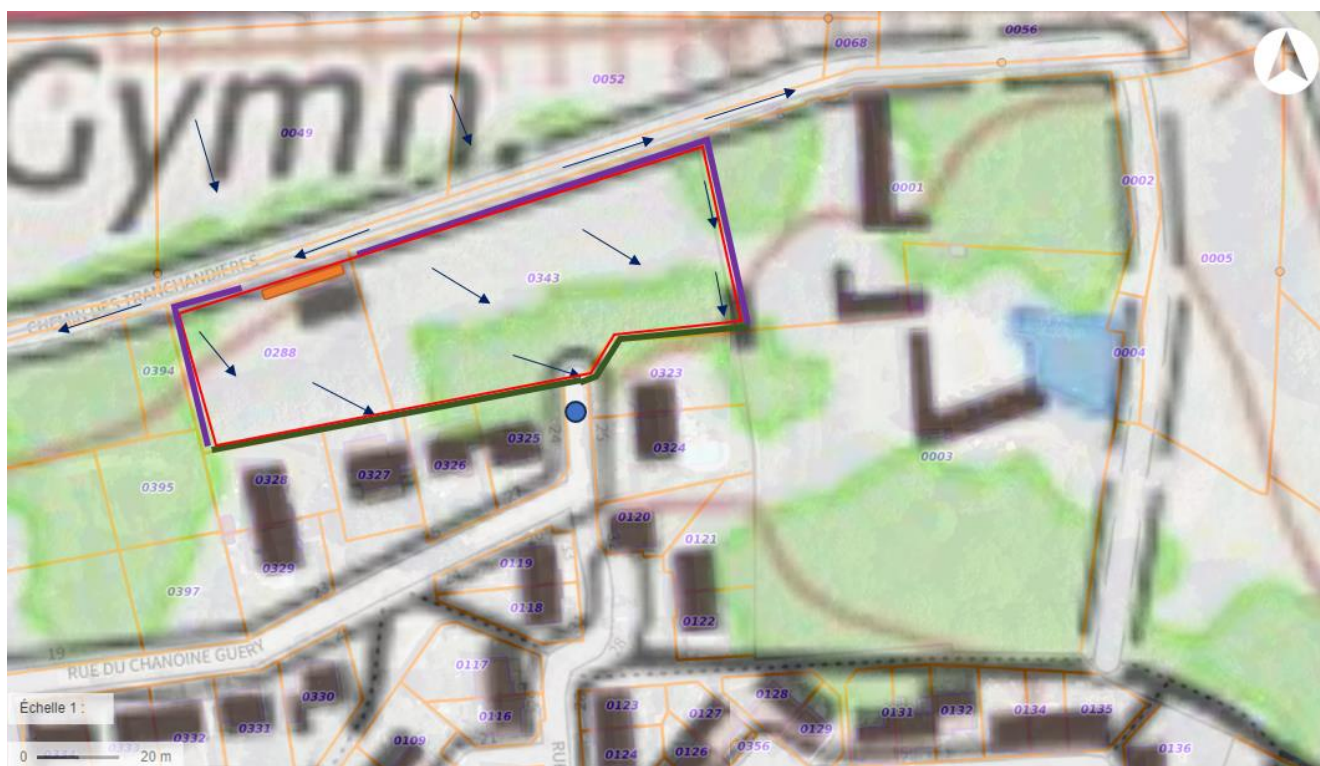
Lors de notre visite, un réseau EP a été observé sur le chemin d'accès situé au Sud du projet.



Photo exutoire (rue du Chanoine Guéry)

7.3. Bassin versant amont intercepté par le projet

Compte tenu des aménagements : murs longeant la propriété et une voirie longeant la limite Nord formant un axe préférentiel de ruissellement des eaux, aucun bassin versant amont ne sera considéré.



Légende :

- Projet (~ 0,57 ha)
- Limite (mur)

- ↗ Ecoulement des eaux
- Limite (grillage)

- Exutoire (réseau EP)
- Merlon

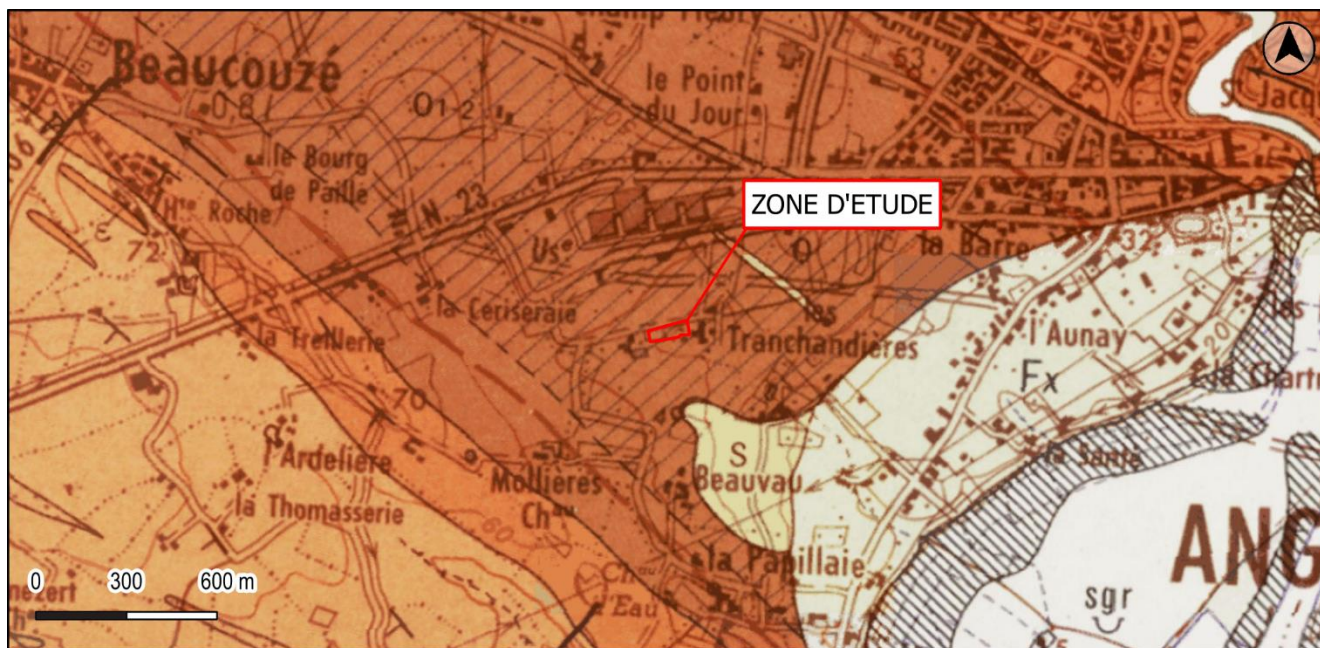
Délimitation du bassin versant amont du terrain

Compte tenu de la topographie de la zone d'étude et des aménagements existants environnants, aucun bassin versant amont ne sera considéré dans le présent dossier.

La surface totale du projet augmentée de la surface du bassin versant amont interceptée par le projet est inférieure à 1ha (5762 m²), le projet n'est pas concerné par la rubrique 2.1.5.0 de l'article R.214-1 du Code de l'Environnement.

7.4. Contexte géologique

D'après les données de la carte géologique au 1/50 000 d'ANGERS, la formation géologique attendue, sous la terre végétale et d'éventuels remblais d'aménagements est O1-2 : Ordovicien moyen à inférieur ; Complexe des Schistes et arkoses de Bains : zone plus schisteuse



Extrait de la carte géologique au 1/50 000 d'Angers (source : Infoterre)

7.5. Contexte hydrogéologique

Le principal aquifère régional est représenté par le socle métamorphique.

Compte tenu de la situation topographique du terrain, la présence d'une nappe est probable sur la profondeur intéressée par le projet.

En effet, les puits relevés autour du projet (dans un rayon de 150 mètres) montrent un niveau d'eau présent entre 0,7 et 1,4 mètre de profondeur (source : BRGM – campagne de mesure mai 1980).

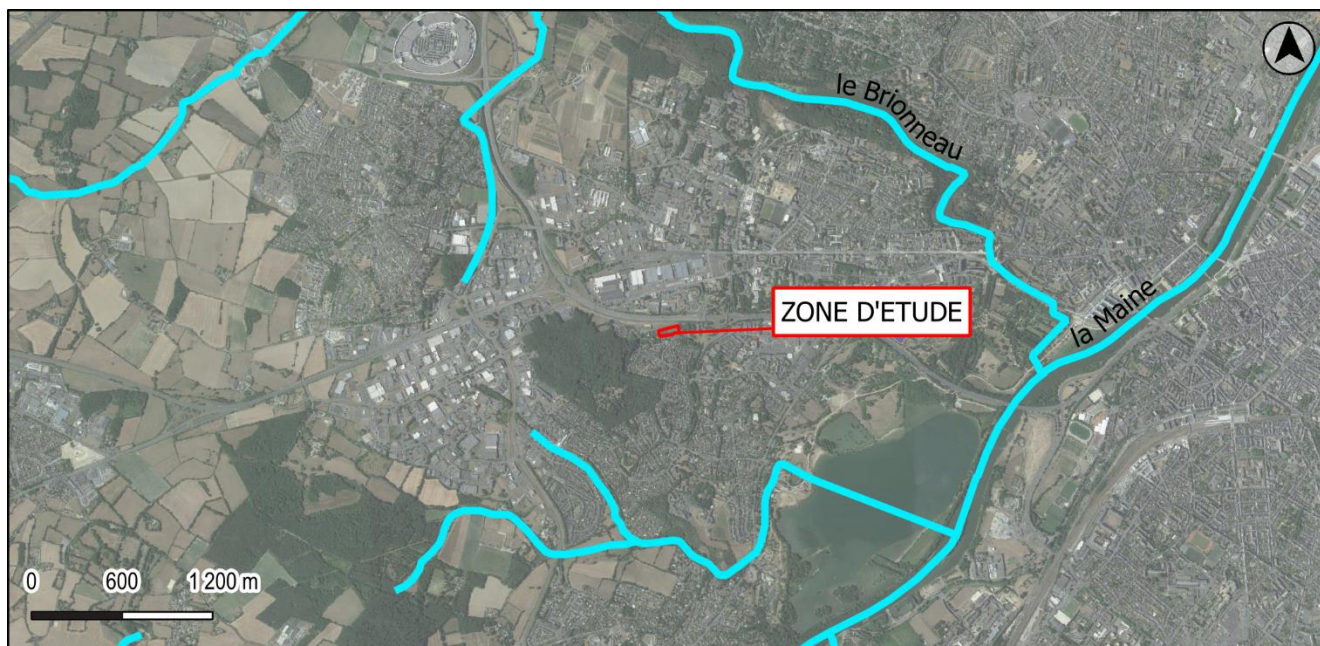
Il convient de noter que lors de nos investigations, réalisées en mars 2023, les sondages en tarière sont restés secs aux profondeurs atteintes. Pour rappel, le délai de réponse des eaux souterraines (nappe massique ou circulations isolées), au droit d'un forage est variable en fonction de la perméabilité du sol.

Selon les recommandations du guide « Techniques alternatives en assainissement pluvial » (réalisé par le CERTU(), les agences de l'eau, l'INSA(), le GRAIE() et le LCPC()), les niveaux des plus hautes eaux (NPHE) de la nappe doivent être situés à plus de 1 m du fond de fouille de l'ouvrage d'infiltration.

7.6. Contexte hydrographique

Le site est localisé à 1,6 km au Nord-Ouest du Lac de Maine.

D'autres fossés sont présents à 1,1 km au Nord et au Sud du projet. Ils sont identifiés en cours d'eau temporaire mais ne sont pas situés dans le même bassin versant que le projet.



Cours d'eau situés autour du projet (source : Géoportail)

7.7. Captages d'eau potable et enjeux locaux

D'après les données disponibles, le site à l'étude n'est pas concerné par un périmètre de protection de captage d'eau potable (source : ARS).

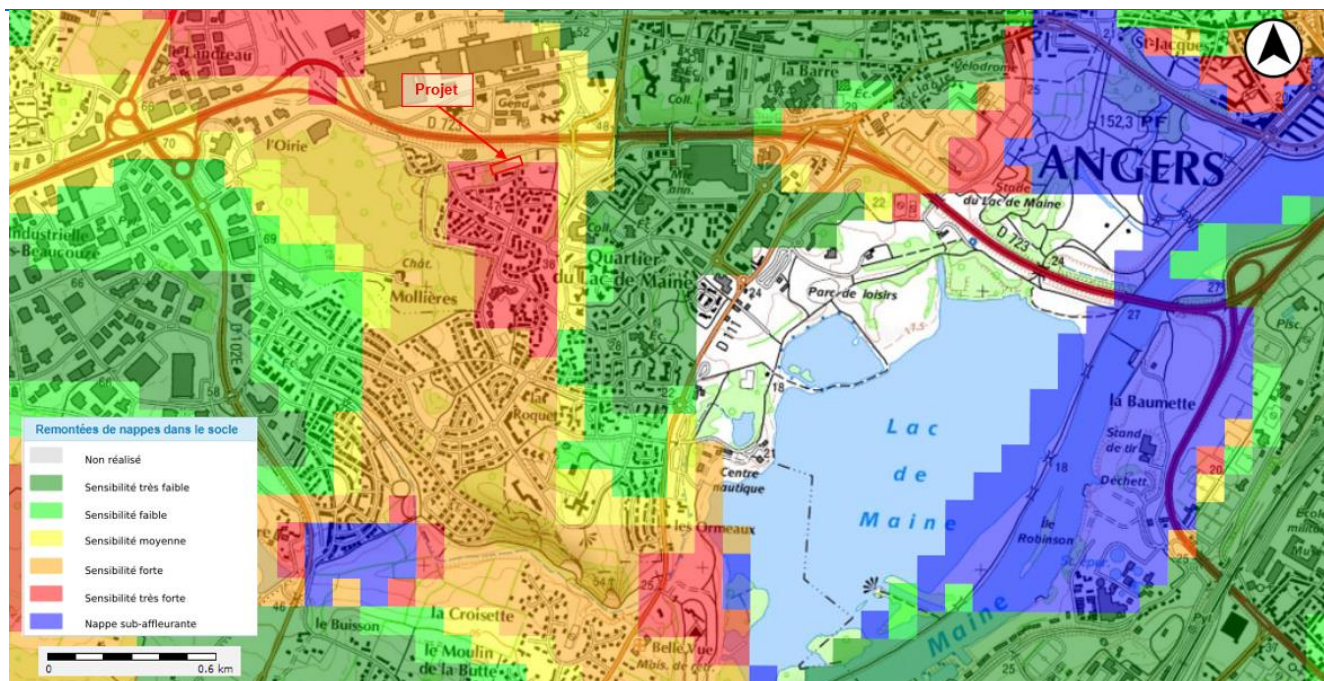
7.8. Risques Inondation / Remontée de nappe / Glissement de terrain

La commune d'Angers (49) est concernée par un Plan de Prévention des Risques Inondation (PPRI) du Val du Louet et de la confluence Maine et Loire.

Cependant, le terrain n'est pas situé dans les zonages réglementaires.

Selon les données de Géorisques, le terrain du projet :

- n'est pas situé dans un Territoire à Risque important d'Inondation (TRI) ;
- n'est pas exposé à un Atlas de Zones Inondables (AZI) ;
- est situé en zone de remontée de nappes dans le socle (sensibilité très forte).



Remontée de nappe dans le socle (source - BRGM)

8. ORGANISATION DE LA RECONNAISSANCE

8.1. Programme des investigations

Au cours de la reconnaissance qui s'est déroulée en mars 2023 (dans le cadre de la mission géotechnique PCa2022-06-45/1), il a été effectué :

- 7 essais de perméabilité in situ du type PORCHET (essais de percolation à charge constante) dans les sondages PO9 à PO15

Le projet d'implantation du système d'infiltration des Eaux Pluviales n'étant pas défini, les sondages et essais in situ ont été répartis sur l'ensemble du projet.

8.2. Schéma d'implantation des sondages



Secteur des Tranchandières ANGERS (49)	
Aménagement d'un lotissement	
PCA2022-06-45	
Implantation des sondages	
	Sondage pressionnétique (SP)
	Sondage de reconnaissance à la pelle (PM)
	Sondage pour essai Porchet (Po)
	Carottage d'enrobé pour recherche amiante HAP (SC)
Mars 2023	
 GÉOTECHNIQUE sciences de la terre sas	

Plan des investigations géotechnique réalisées en mars 2023

8.3. Sondage de reconnaissance

Toutes les profondeurs qui suivent sont données par rapport à la tête des fouilles (*soit le niveau du sol au jour de notre intervention*).

Selon le rapport géotechnique, les horizons rencontrés au droit du projet sont les suivants :

- De la terre végétale sur une épaisseur de 0,1 m ;
- Des remblais limoneux marron à morceau de quartz et débris d'ardoises jusqu'à 0,8 à 1,2 m de profondeur ;
- Des schistes beiges/lie de vin/gris, décomposés à très altérés en deçà.

Aucun niveau d'eau n'a été identifié jusqu'à 6 mètres de profondeur.

Il convient néanmoins de noter qu'un léger suintement a été identifié au droit de PM8 à 0,70 m de profondeur et que le temps de réponse d'une nappe dépend principalement de la perméabilité du sol et du degré d'altération des schistes.

Aucun piézomètre n'a été posé dans le cadre de cette étude.

8.4. Essais de percolation à charge constante (type PORCHET)

8.4.1. Méthodologie

La méthode consiste à mesurer la perméabilité du sol, K en mm/h ou en m/s, à saturation.

Ces essais sont réalisés de la manière suivante au sein des sondages de reconnaissance PO9 à PO15 :

- alimentation en eau continue du sondage en vue d'une saturation du sol sur une durée suffisante, par un système d'alimentation à niveau constant ;
- mesure du volume d'eau infiltré pendant une durée minimale de 10 mn suite à cette saturation.

8.4.2. Résultats des essais

Les résultats des essais de percolation réalisés par Geotechnique SAS dans le cadre de la mission conjointe sont les suivants (cf Rapport PCa2022-06-45/1 en date du 30/05/2023):

Point de mesure	Type	Profondeur de l'essai	Nature du sol	Perméabilité à saturation	
				(mm/h)	(m/s)
P9	Porchet	0,30 m	Remblais limoneux	100,5	2,8E-05
P10	Porchet	0,30 m		28,7	8,0E-06
P11	Porchet	0,30 m		19,9	5,5E-06
P12	Porchet	0,40 m		27,7	7,7E-06
P13	Porchet	0,50 m		Non interprétables ¹	
P14	Porchet	0,50 m			
P15	Porchet	0,30 m		76,3	2,1E-05

¹ La perméabilité n'a pu être déterminée en raison de l'interférence avec les eaux de ruissellement (essais réalisés par temps pluvieux)

8.4.3. Interprétation

On constate que les valeurs de perméabilité mesurées sont relativement dispersées. Cela reste cohérent avec la présence de remblais qui sont, par nature, hétérogènes.

Pour le dimensionnement de l'assainissement, nous retiendrons une perméabilité limitante de 19,9 mm/h ($5,5 \cdot 10^{-6}$ m/s).

Il convient de noter que la perméabilité au droit des schistes dépend principalement de son degré d'altération.

9. SYSTEME DE GESTION DES EAUX PLUVIALES

9.1. Aptitude à l'infiltration

Conditions	Avis
Inondabilité : la parcelle ne se trouve pas en terrain inondable, sauf de manière exceptionnelle	Non inondable, même en cas extrême
Infiltration possible réglementairement : le règlement local et le PPRI autorisent l'infiltration à la parcelle.	Oui
Nappe aquifère : l'absence d'un toit de nappe aquifère, hors niveau exceptionnel de hautes eaux, est vérifiée à moins de 1 m du fond de fouille	Présence d'une nappe supposée vers 1 m de profondeur
Sol : l'ensemble des caractéristiques du sol doivent le rendre apte à assurer l'infiltration des eaux et à éviter notamment toute stagnation ou déversement en surface des eaux pluviales	K > 15 mm/h dans les remblais
Pente : la pente du terrain est adaptée à la mise en place d'un dispositif d'infiltration	Adaptée sous réserve (5% < pente < 10%)
Surface disponible à infiltration : la surface disponible est suffisante pour permettre la vidange des eaux pluviales dans le temps réglementaire	Suffisante
Aptitude du terrain à la mise en place d'une installation de gestion des eaux pluviales par infiltration	Inapte

Condition remplie sans restriction	
Condition remplie avec réserve	
Condition non remplie	

Nous rappelons que toute infiltration est proscrite si le niveau de nappe est inférieur à 1 m du fond de fouille de l'ouvrage d'infiltration.

En l'absence d'un suivi piézométrique d'une année et d'une étude hydrogéologique de type NPHE définissant le niveau des plus hautes eaux de la nappe, aucune infiltration ne sera proposée sur le site. En effet, le projet est situé en zone de sensibilité très forte à la remontée de nappe dans le socle et les ouvrages déclarés à la BSS dans un rayon de 150 mètres autour du projet ont montrés un niveau d'eau compris entre 0,7 et 1,4 mètres de profondeur.

9.2. Contexte

Le dispositif de traitement des eaux pluviales proposé doit permettre de résoudre efficacement le problème de l'évacuation du débit de pointe des flots d'orage tombant sur les surfaces imperméabilisées générées par le projet, en retardant l'eau de pluie, puis en l'évacuant avec un débit de fuite contrôlé vers le milieu récepteur.

Dans ce cas, l'ouvrage de gestion des eaux pluviales sera vidangé rejet vers exutoire.

Nous rappelons que ces dispositifs n'ont pas pour vocation de recevoir d'autres eaux, que ce soit les eaux de drainage (drain périphérique par exemple) ou des eaux issues des fonds supérieurs.

Le pré-dimensionnement de cet ouvrage sera réalisé selon la réglementation locale, résumée dans le tableau ci-dessous :

Surfaces imperméables²	Voiries enrobé et béton : 584 m ² Lots privés : 1450 m ²³
Surfaces perméables :	Placette et stationnement (pavés joint gazon) : 217 m ² Cheminement en stabilisé : 53 m ²
Période de retour	10 ans
Débit de fuite autorisé	10 l/s/ha soit 5,7 l/s
Coefficients de ruissellement	C _{surfaces imperméabilisées} = 1,0 C _{surfaces perméables} = 0,3 à 0,4 C _{surfaces espaces verts} = 0
Temps de vidange maximum	24 heures

Les calculs ci-après sont basés sur ces hypothèses ; si celles-ci venaient à changer, un nouveau dimensionnement devra être effectué.

9.3. Calculs par la méthode des ratios (suivant règlement Zonage Pluvial)

Conformément au règlement du Zonage pluvial, seules les toitures des lots privés et les aires de circulations imperméables seront considérées.

Ainsi, **la surface imperméabilisée totale retenue pour ce projet est de 2034 m².**

9.3.1. Débit de fuite

Le débit de fuite maximum est fixé à 10 l/s/ha. La superficie de la parcelle étant de 5762 m², il conduit à un **débit de fuite total de 5,7 l/s.**

² Sont considérées, conformément au Zonage Pluvial, : les toitures, les annexes, toute surface couverte de matériaux imperméables (béton, enrobé, bicouche...) et les plans d'eaux. Les surfaces perméables sont : les espaces verts, les zones sablées, pavées (si joint perméables), les toitures végétalisées stockantes et les piscines découvertes.

³ Conformément à la demande du client : 1450 m² soit : 200 m² pour les 2 plus grands lots et 150m² pour les 7 autres lots.

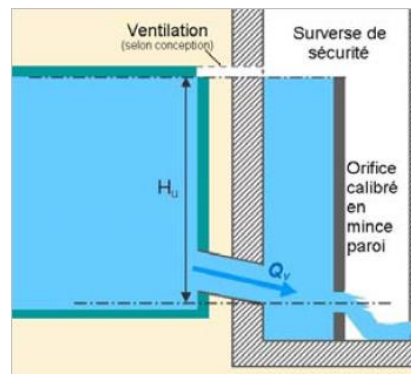
Le débit de vidange de chaque ouvrage ne devra donc pas dépasser 5,7 l/s, débit maximum rejeté vers l'exutoire qui s'obtient lorsque la charge hydraulique de l'ouvrage est maximale et donc lorsqu'il est plein.

En revanche pour des pluies moins importantes, le remplissage du bassin restera partiel et le débit de fuite diminuera naturellement en fonction de la charge d'eau au-dessus de la conduite de fuite.

Ce débit correspond à une section de canalisation dimensionnée à partir de la loi d'ajutage qui s'écrit ici :

$$Q = \mu S \sqrt{2gh}$$

Avec : μ : coefficient de débit pris égal à 0.62 (pour un orifice circulaire),
S : section d'écoulements,
G : accélération de la pesanteur (9.81 m/s²),
h : charge de l'ouvrage (m).



De plus, le bassin devra disposer d'une surverse de sécurité en cas d'événement pluvieux exceptionnel ou en cas d'obstruction accidentelle de l'orifice de fuite, qui pourra être raccordée au même exutoire que le débit de fuite de l'ouvrage.

9.3.2. Calcul

Conformément au zonage pluvial, seules les surfaces imperméabilisées sont à prendre en compte soit :

- 1450 m² pour les lots privés (dimensionnement donné par le client)
- 584 m² pour les voies publiques imperméables.

Ainsi, nous retiendrons une surface imperméabilisée de 2034 m².

Si nous appliquons les règles de dimensionnement du zonage pour le calcul du volume du bassin de rétention, à savoir 22 L/m² de surfaces imperméabilisées, nous obtenons un volume de rétention de :

$$V_{\text{ratio}} = 44,8 \text{ m}^3$$

En application du zonage pluvial et en accord avec le PLU de la commune d'ANGERS, le volume à réguler au niveau de l'ouvrage de rétention serait donc d'approximativement **45 m³**. Le débit de vidange par rejet vers le réseau (sous réserve de l'autorisation des services compétents) étant de **5,7 l/s**, il se vidangera en **2,2 heures**.

9.4. Calculs par la méthode des pluies

9.4.1. Calcul de la Surface active (Sa)

Descriptif des surfaces	Coefficient de ruissellement	Surfaces	Surface active (Sa)
Toiture	1,0	1450,0 m ²	1450,0 m ²
Voirie, parking en bitume, enrobé, béton	1,0	584,0 m ²	584,0 m ²
Voirie, chemin en stabilisé	0,4	53,0 m ²	21,2 m ²
Stationnement public - perméable	0,3	217,0 m ²	65,1 m ²
Espace verts	0,0	1414,0 m ²	0,0 m ²
		Σ Sa =	2120,3 m²

9.4.2. Débit de fuite

Cf § 9.3.1

9.4.3. Estimation du volume décennal à stocker (Méthode des pluies)

Le **volume de stockage (V)** est égal au volume entrant (Ve) auquel on soustrait le volume sortant (Vs) :

$$V = V_e - V_s$$

Le **volume entrant (Ve)** est déterminé à partir de la **surface active du bassin versant** et de l'**intensité de la pluie** déterminée avec les coefficients de Montana (méthode des pluies à partir de données locales). Dans le cas présent, il s'agit des coefficients de Montana, obtenus auprès de la station météorologique locale : **MARTIGNE BRIAND (49) – Statistiques sur la période 2004-2018**.

Le **volume sortant (Vs)** est déterminé par le **débit de fuite considéré comme constant** (caractérisé ici par le débit de fuite régulé vers le réseau pluvial communal) pendant la phase de remplissage et la phase de vidange de l'ouvrage de rétention.

Le volume entrant est calculé suivant la formule suivante :

$$V_e(t) = a \times t^{1-b} \times \frac{S}{1000}$$

Avec V_e : volume entrant en m³

a et b : les coefficients de Montana

t : temps en minute

S : surface active en m², la surface active correspondant à la surface imperméabilisée multipliée par le coefficient d'apport

(1 dans notre cas).

Le volume sortant à l'instant t est défini suivant la formule suivante :

$$V_s(t) = Q_f \times t \times 3,6$$

Avec Q_f : débit de fuite en l/s

t : temps en heure

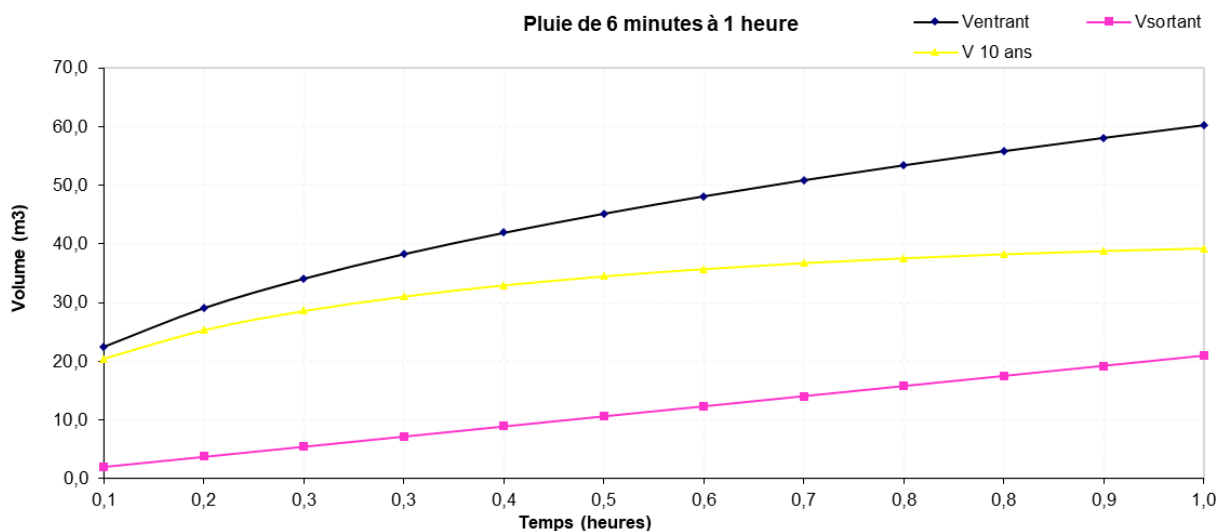
La méthode des pluies est utilisée pour des petits ouvrages de retenue (en particulier pour tous les ouvrages de stockage dits à la parcelle).

Elle présente des limites d'utilisation :

- elle ne peut être utilisée que pour des projets d'aménagements de maisons individuelles et inférieurs à 1 ha;
- elle ne prend en compte que les eaux de pluies qui tombent sur la parcelle;
- elle ne prend pas en compte les eaux de ruissellements qui proviennent de l'extérieur de la parcelle;
- elle ne peut être utilisée que pour des surfaces urbaines;
- le débit de fuite de l'ouvrage de stockage est constant.

Nous prendrons en compte trois pas de temps qui représentent au plus près les différents types d'événement pluvieux critiques (6 minutes à 1 heure / 1 heure à 3 heures / 3 heures à 24 heures)

L'utilisation des coefficients de Montana pour une pluie de 6 minutes à 1 heures d'occurrence décennale nous donne le graphe suivant :

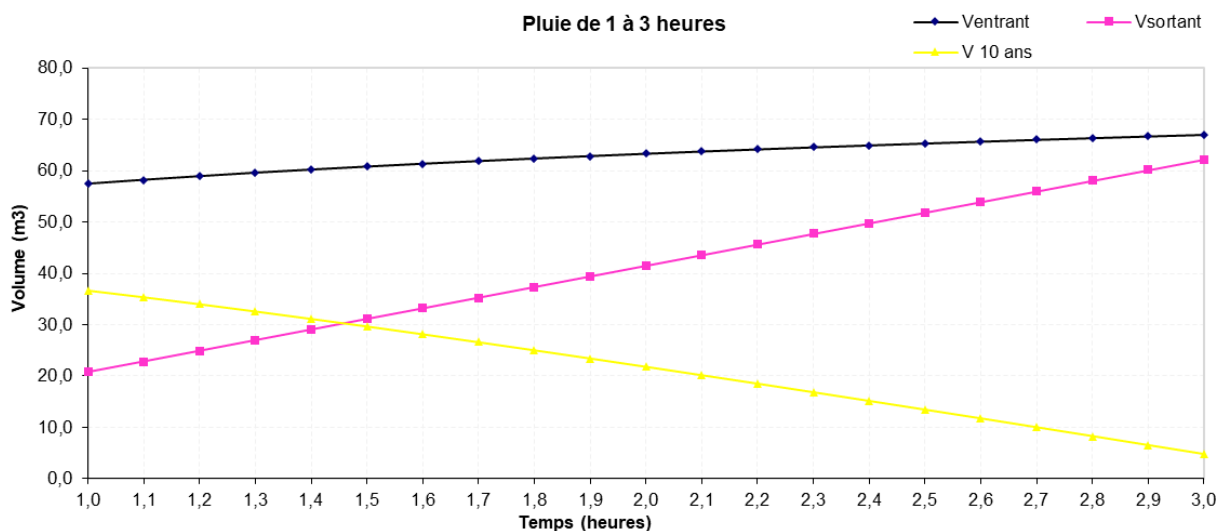


Nous retenons le résultat le plus défavorable, soit :

tc = 1 heure

V_{10 ans} = 39,3 m³

L'utilisation des coefficients de Montana pour une pluie de 1 heure à 3 heures d'occurrence décennale nous donne le graphe suivant :

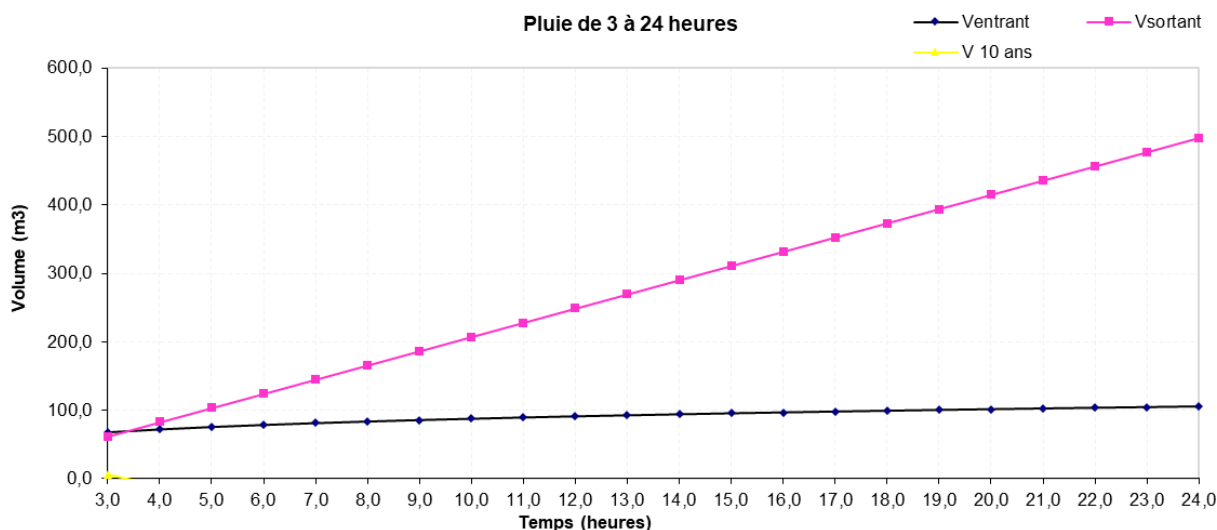


Nous retenons le résultat le plus défavorable, soit :

tc = 1 heure

$V_{10 \text{ ans}} = 36,7 \text{ m}^3$

L'utilisation des coefficients de Montana pour une pluie de 3 heures à 24 heures d'occurrence décennale nous donne le graphe suivant :



Nous retenons le résultat le plus défavorable, soit :

tc = 3 heures

$V_{10 \text{ ans}} = 5,9 \text{ m}^3$

Suivant l'application de la méthode des pluies pour une occurrence décennale, le volume à réguler au niveau de l'ouvrage de rétention serait donc d'approximativement **39,3 m³**. Le débit de vidange par rejet vers le réseau (sous réserve de l'autorisation des services compétents) étant de **5,7 l/s**, il se vidangera en **1,8 heures**.

9.5. Conclusion

Pour le projet d'aménagement du lotissement des Tranchandières sur la commune d'ANGERS, nous retiendrons le dimensionnement le plus défavorable correspondant au dimensionnement donné par le zonage pluvial.

Il conviendra donc de mettre en place un ouvrage de rétention étanche d'une capacité minimale de **45 m³**. Le débit de vidange par rejet vers le réseau (sous réserve de l'autorisation des services compétents) étant de **5,7 l/s**, il se vidangera en **2,2 heures**.

10. RECAPITULATIF DE LA SOLUTION A METTRE EN PLACE

10.1. Généralités

	Bassin enterré
Surface imperméabilisées	2034 m ²
Surface active	2120 m ²
Volume décennal le plus défavorable à stocker	44,8 m ³
Volume utile de stockage minimum à envisager	45 m ³
Débit de vidange	5,7 l/s
Temps de vidange de la pluie centennale	2,2 h

Le bassin de rétention sera bétonné ou de type S.A.U.L (par exemple : GRAF Ecoblocs, Nidagreen/Nidaplast,...). Il devra être impérativement imperméable, visitable et hydrocurable dans sa totalité.

On évitera la mise en place d'un poste de relevage. D'après le plan des réseaux transmis, le fil d'eau du réseau pluvial est calé à 39,19 m NGF (soit 0,78 mètre sous le TN). Si le rejet gravitaire n'est pas techniquement réalisable, un poste de relevage sera nécessaire pour le rejet des eaux vers le réseau EP. Ce poste de relevage devra être muni d'une double pompe, d'un clapet anti-retour et d'une alarme sonore et visuelle positionnée dans un endroit de passage ou l'appartement de la personne responsable de l'entretien.

Dans ce cas, un regard brise-charge devra être mis en place avant le rejet vers le réseau EP.

Il devra être réalisé conformément aux contraintes géotechniques du sous-sol établies par ailleurs et être dimensionnés par un Homme de l'Art.

Les modalités de rejet vers le réseau seront à définir avec les services compétents de la mairie.

Le bassin devra être réalisé préférentiellement de façon à ce que la surverse fonctionne gravitairement.

10.2. Equipement annexe (regards de décantation...)

Il s'agit des ouvrages permettant le bon fonctionnement de la gestion des eaux pluviales. Ils devront tous être mis en place selon les règles de l'art et les préconisations du constructeur. Nous retrouvons :

10.2.1. Dégrilleurs

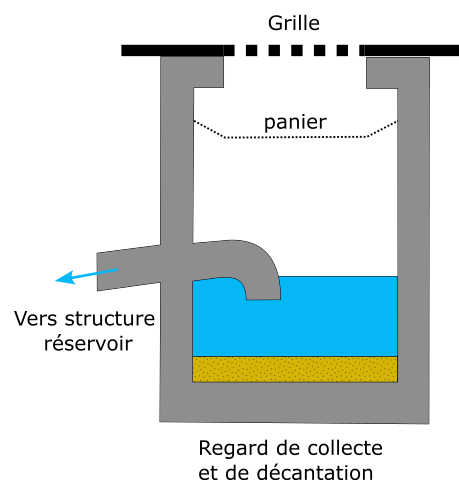
Cet ouvrage permet de retenir les éléments grossiers tels que les végétaux et les papiers. Il se place en amont de l'ouvrage de rétention. Nous pouvons également le retrouver à l'intérieur de certains ouvrages.

Comme dégrilleur, nous retrouvons :

- Les grilles des collecteurs d'eaux pluviales ;
- Les paniers/filets pour collecteur.

10.2.2. Regard de décantation

Le regard de décantation permet de capter les éléments fins ayant traversés le dégrilleur. Il peut correspondre à un ouvrage indépendant ou intégré à l'ouvrage de collecte.



11. EXEMPLE D'IMPLANTATION

La figure suivante propose une implantation possible de la filière proposée :



Remarques : notons qu'il ne s'agit là que d'un plan de principe, et en aucun cas d'un plan d'exécution, uniquement destiné à la bonne compréhension du projet.

12. REMARQUES & PRECONISATIONS

Rappelons tout d'abord qu'il est conseillé à chaque acquéreur des 9 lots de mettre en place une citerne de 3 à 5 m³, dans un souci d'économie de l'eau. La citerne permettra en effet une réutilisation de l'eau de pluie stockée uniquement, pour l'arrosage ou le nettoyage.

ATTENTION, EN AUCUN CAS, CETTE EAU NE DOIT ÊTRE UTILISÉE A DES FINS DE CONSOMMATION HUMAINE.

Dans le cas de mise en place d'une citerne, les descentes de gouttières ne devront en aucun cas être reliées directement à celle-ci. Un regard de décantation devra être mis en place afin d'éviter un colmatage de la citerne. Ce regard de décantation devra être nettoyé le plus fréquemment possible.

D'une manière générale, il conviendra de mettre en place sur le site un réseau complet de collecte des eaux pluviales comprenant chenaux, avaloirs, cunettes étanches et canalisations convenablement dimensionnées, reliés au bassin de rétention.

La surveillance se fera tout d'abord par un entretien régulier de l'ensemble des dispositifs (bassin, canalisations, grilles EP, avaloirs,...), notamment par l'enlèvement d'objets ou de débris de végétaux pouvant encombrer et gêner le bon fonctionnement des dispositifs.

Dans tous les cas, l'ensemble des aménagements de collecte et d'évacuation seront réalisés suivant les règles de l'Art afin d'éviter tout dysfonctionnement.

Le bassin devra être régulièrement entretenu et contrôlé, notamment après de grosses pluies.

Des dispositifs de surverse ou exutoire de sécurité dans le cas d'événement pluvieux très important devront être mis en place pour l'évacuation du trop-plein éventuel. Cette surverse sécurisée sera réalisée par grille-débordante.

Une grille devra être installée avant l'entrée du bassin afin de retenir les éléments pouvant nuire à son bon fonctionnement.

Il conviendra de mettre en place une inspection technique régulière de l'ouvrage mais aussi une vérification de la bonne tenue des différents ouvrages hydrauliques après une grosse crue, et d'effectuer les éventuelles réparations ou remplacements de pièces endommagées de l'ouvrage. La périodicité et les informations nécessaires à l'entretien des équipements seront à minima :

- travaux périodiques annuels et au moins une fois avant les pluies d'automne (septembre) sur le fond du bassin.
- travaux ponctuels, après chaque évènement pluvieux.

En effet, l'efficacité hydraulique et/ou épuratoire des ouvrages est généralement fonction de fréquence et de la régularité d'entretien des ouvrages.

Le propriétaire des ouvrages de gestion des eaux pluviales aura à sa charge l'entretien, la maintenance, la surveillance des équipements et des réseaux.

Les espaces non bâtis et non occupés seront traités en espaces verts ou jardins.

On balisera la zone prévue pour la mise en place des tranchées préalablement aux travaux de construction pour éviter la circulation d'engins de chantier (qui risqueraient de compacter les sols).

Sauf dispositions particulières, il est préconisé d'éviter l'infiltration :

- au voisinage de pentes supérieures à 7 % pour éviter les risques de résurgence voire de glissement de terrain,
- à moins de 3,0 m (*d'après Chocat & GRAIE, 2014*) de bâtiments pour éviter d'éventuels dommages aux fondations ou aux caves,
- dans les zones fissurées, karstiques ou carrières souterraines,
- dans les sols sensibles à l'eau (gypse, argile gonflante, ...),
- dans les sols pollués.

ANNEXES

ANNEXE 1 : CONDITIONS DE VALIDITE DE L'ETUDE

Cette annexe contient 1 page A4.

Conditions de validité de l'étude

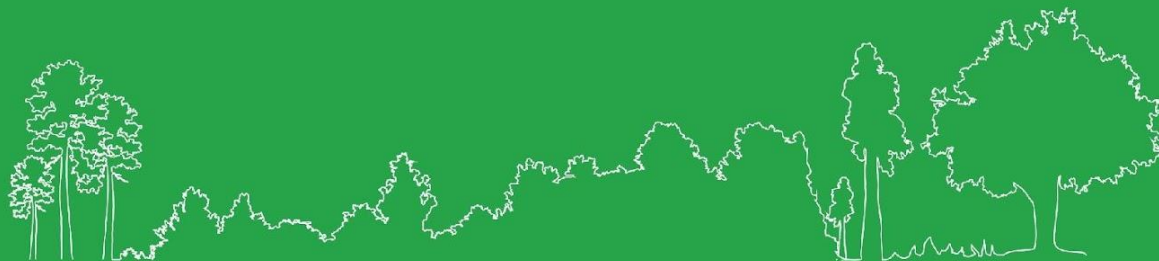
1 - Le présent rapport et ses annexes sont indissociables. Il est basé sur un nombre limité de sondages et de mesures et sur les renseignements concernant le projet remis à S2e au moment de la reconnaissance géotechnique. L'analyse et les recommandations soumises dans ce rapport sont basées sur les résultats obtenus à partir des sondages dont l'emplacement est indiqué sur le plan d'implantation joint en annexe, et sur toutes les informations données dans ce rapport.

2 - Ce rapport ne tient pas compte des variations entre sondages. L'étude étant basée sur un nombre limité de sondages, la continuité des couches de sols entre sondages ne peut être garantie et une adaptation du projet en fonction de l'hétérogénéité des sols est normale et ne peut être reprochée à S2e.

3 - Toute étude réalisée à partir d'une esquisse ou d'un plan de principe nécessitera une seconde étude spécifique adaptée au projet retenu. Le but de ce rapport est limité au projet et à la localisation décrite ci-avant.

4 - Tout changement d'implantation ou de structure des constructions par rapport aux hypothèses de départ sera communiqué à S2e qui donnera ou non son accord, selon que ces changements modifient les conclusions de l'étude.

5 - Les éléments nouveaux mis à jour en cours des travaux et non détectés lors de la reconnaissance devront être signalés à S2e afin d'étudier les adaptations nécessaires.



S2e

est un bureau d'études et d'ingénierie
spécialisé dans le domaine
de l'environnement,
de l'hydrologie
et de l'hydrogéologie.

De l'analyse préliminaire à l'étude de conception
nous accompagnons les acteurs privés et publics
dans la réalisation de leurs projets avec leurs équipes
(vrd, architectes, etc.).

Nos ingénieurs et techniciens spécialisés apportent
leur expertise complète au service de projets respectueux
de la réglementation nationale et européenne.

S2e est le département eau et environnement
de **GÉOTECHNIQUE SAS**, acteur de référence
sur le marché depuis plus de 20 ans.
Cette synergie facilite la mutualisation
des missions et des moyens
sur un même projet.



Retrouvez toutes nos agences
www.geotechnique-s2e.com

POUR PLUS D'INFORMATIONS

contact@geotechnique-s2e.com

0 805 690 989