

Maître d'ouvrage :

IMMALDIE ET CIE

13 rue Clément Ader
Parc d'activité de la Goële
77230 DAMMARTIN EN GOELE

Projet/site

PROJET DE CONSTRUCTION D'UN MAGASIN D'ALIMENTATION

Parcelles AH 262, 263, 273, 274, 275 et 276

Rue Bernard Crétin Guesdon à SAINT GEORGES SUR LOIRE (49170)



Mission :

ETUDE POUR LA GESTION DES EAUX PLUVIALES

RAPPORT R VAL 891 DU 25 AVRIL 2022

NATURE DU DOSSIER :

ETUDE POUR LA GESTION DES EAUX PLUVIALES

NATURE DU PROJET :

PROJET DE CONSTRUCTION D'UN MAGASIN D'ALIMENTATION

Parcelles AH 262, 263, 273, 274, 275 et 276

Rue Bernard Crétin Guesdon à SAINT GEORGES SUR LOIRE (49170)

MAÎTRE D'OUVRAGE :

IMMALDIE ET CIE

13 rue Clément Ader

Parc d'activité de la Goêle

77230 DAMMARTIN EN GOELE

DOSSIER ÉTABLI PAR :

VALÉEN

16 rue Laplace

33700 Mérignac

RAPPORT R VAL 891 DU 25 AVRIL 2022

TABLE DES MATIÈRES

1	OBJET DE L'ÉTUDE	4
2	PRÉSENTATION DU SITE	4
2.1	SITUATION GÉOGRAPHIQUE	4
2.2	OCCUPATION DES SOLS	4
3	SYNTHÈSE DES CONTEXTES GÉOLOGIQUE ET HYDROGÉOLOGIQUE	6
3.1	CONTEXTE GÉOLOGIQUE	6
3.1.1	Contexte général	6
3.1.2	Contexte local (BSS BRGM)	6
3.1.3	Reconnaitances au droit du site (étude géotechnique)	6
3.1.3.1	Programme des reconnaissances	6
3.1.3.2	Nature des terrains rencontrés	8
3.2	CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE	8
3.2.1	Contexte général	8
3.2.2	Risque d'inondation par remontée de nappe	8
3.2.3	Piézométrie sur le site d'étude (étude géotechnique)	8
3.2.4	Résultats des tests de perméabilité	8
3.2.5	Captages AEP	9
4	SYNTHÈSE DE L'APTITUDE DES SOLS À L'INFILTRATION	9
5	CARACTÉRISTIQUES HYDROLOGIQUES DU PROJET	10
5.1	DÉFINITION DU BASSIN VERSANT NATUREL INTERCEPTÉ PAR LE SITE DU PROJET	10
5.2	SURFACES ACTIVES DU PROJET	10
6	DIMENSIONNEMENT D'UNE MESURE COMPENSATOIRE	12
6.1	PRINCIPE DE GESTION DES EAUX PLUVIALES	12
6.2	ÉTUDE DE LA PLUVIOMÉTRIE	12
6.2.1	Évaluation du volume de stockage nécessaire et dimensionnement des structures de rétention pour un événement pluvial de 24 h et d'occurrence 30 ans	13
6.2.2	Conclusion sur l'incidence quantitative du projet	14
6.3	MAINTENANCE ET ENTRETIEN DES OUVRAGES	14
6.4	DESCRIPTION DE LA SOLUTION DE GESTION DES EAUX PLUVIALES	15
6.5	DIMENSIONNEMENT VRD DE LA SOLUTION DE GESTION DES EAUX PLUVIALES	15

FIGURES ET ANNEXES

Figure 1 : Plan de situation (extrait fond de plan IGN)	5
Figure 2 : Carte géologique du BRGM au 1/50 000ème de Chalonnes-sur-Loire	7
Figure 3 : Surfaces actives pour la gestion des eaux pluviales	11
Figure 4 : Principe de gestion des eaux pluviales (AVP)	16

Annexe 1 : Étude géotechnique – Rapport GEOTEC 2021/07689/NANTS en date du 28 septembre 2021

1 OBJET DE L'ÉTUDE

La société IMMALDIE ET CIE a pour projet l'aménagement d'un nouveau magasin ALDI avec ses infrastructures annexes (voiries, parking) sur un terrain localisé rue Bernard Crétin Guesdon à SAINT GEORGES SUR LOIRE (49170). L'aménagement concernera les parcelles section AH n°262, 263, 273, 274, 275 et 276.

Dans ce cadre, la société IMMALDIE ET CIE a mandaté la société VALÉEN (Val Énergie Environnement), pour la réalisation d'une étude pour la gestion des eaux pluviales comportant :

- une synthèse des données hydrogéologiques disponibles et accessibles ;
- une analyse du fonctionnement hydraulique du projet pour la gestion future des eaux pluviales (surfaces imperméabilisées, débits de pointe) ;
- la définition et le dimensionnement d'un principe de gestion des eaux pluviales en conformité avec le contexte local (réglementaire et hydrogéologique).

2 PRÉSENTATION DU SITE

2.1 SITUATION GÉOGRAPHIQUE

Département :	Maine-et-Loire (49)
Commune :	SAINT GEORGES-SUR-LOIRE
Adresse :	rue Bernard Crétin Guesdon
Référence cadastrale :	section AH n°262, 263, 273, 274, 275 et 276
Superficie :	9801 m ² (surface d'arpentage)
Bassin versant intercepté :	9801 m ² (emprise du projet)

Le site concerné par le projet de construction est délimité :

- Au Nord par une maison médicale et la rue Bernard Crétin Guesdon ;
- À l'Est par la rue Bernard Crétin Guesdon ;
- À l'Ouest par un terrain nu ;
- Au Sud par l'actuel magasin ALDI.

La topographie du site est comprise entre les cotes altimétriques 47,28 m NGF à l'Est et 45,29 m NGF au Nord-Ouest selon le plan topographique du site fourni par le maître d'ouvrage. Il présente une déclinaison moyenne de 1,45 % en direction de l'Ouest.

La *Figure 1* illustre la situation de la parcelle d'étude sur la commune.

2.2 OCCUPATION DES SOLS

D'après la description faite dans le rapport d'étude géotechnique du site (*Annexe 1*), le site correspond à un terrain vague enherbé (ancienne parcelle agricole selon les photographies aériennes¹ disponibles : champ).

¹ Site IGN Géoportail/ Googlemap

VAL ÉÉN
Energie Environnement



IMMALDI CIE SAS
Rue Bernard C. Guesdon à ST GEORGES/S LOIRE

VAL891

V1

Étude pour la gestion
des eaux pluviales

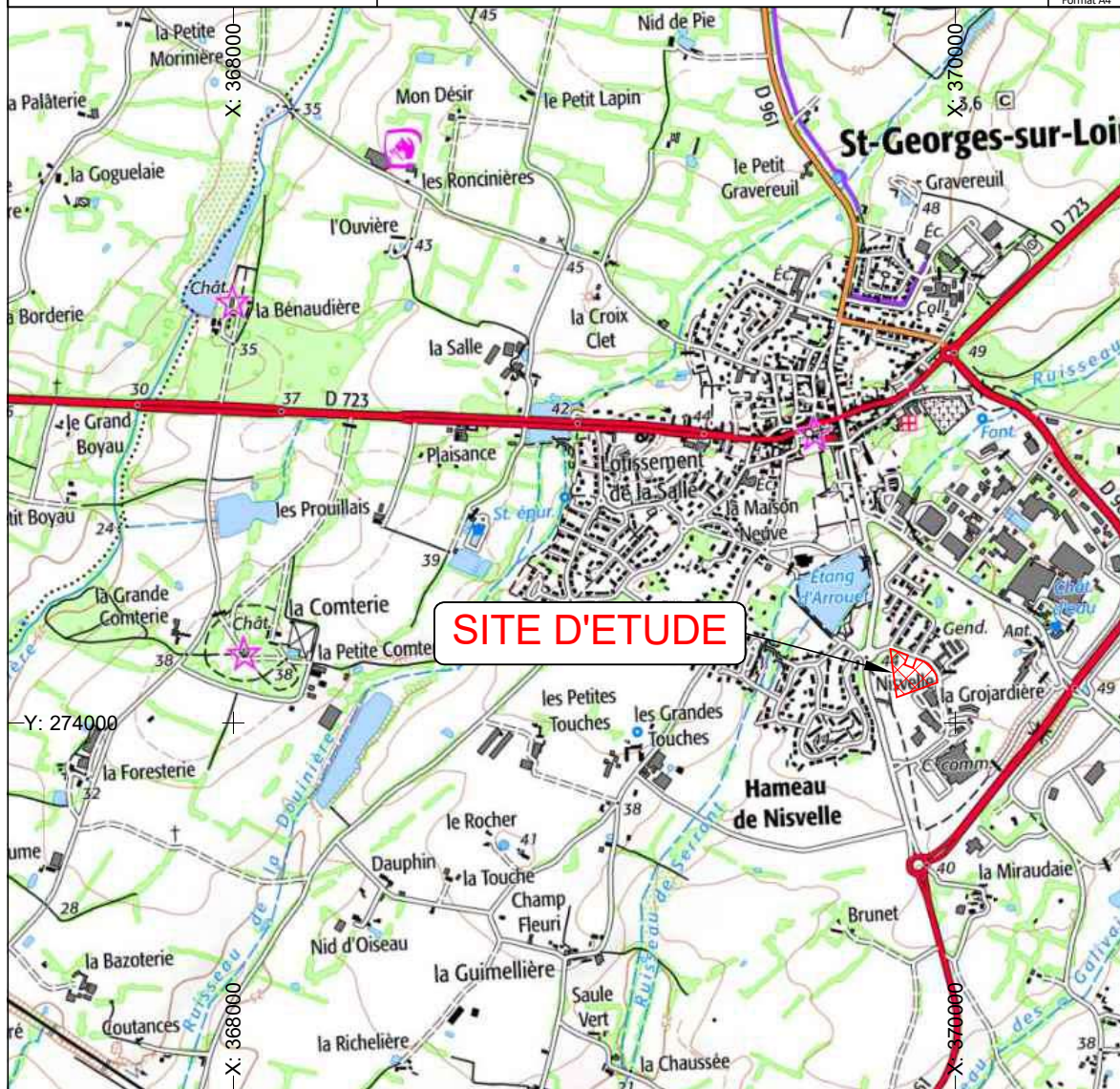
11/02/2022

Figure 1 : plan de situation et
extrait cadastral

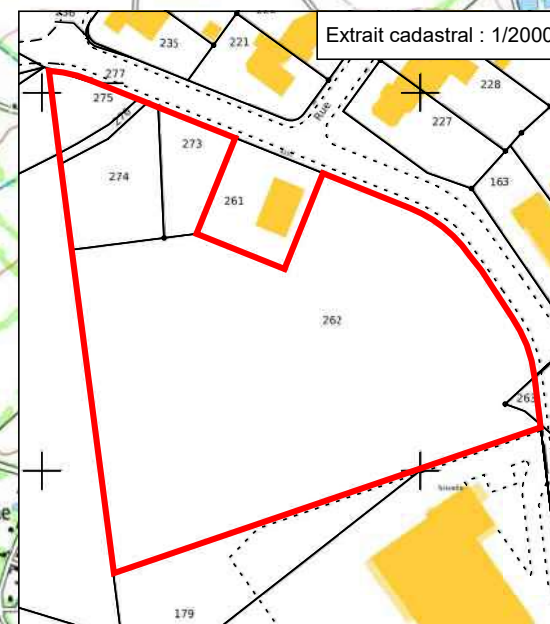
1/20000

Format A4

Photo aérienne : 1/2500



Extrait cadastral : 1/2000



3 SYNTHÈSE DES CONTEXTES GÉOLOGIQUE ET HYDROGÉOLOGIQUE

3.1 CONTEXTE GÉOLOGIQUE

3.1.1 CONTEXTE GÉNÉRAL

Le secteur d'étude appartient au Massif armoricain, qui s'ennoie plus à l'Est (feuille d'Angers) sous le Crétacé supérieur transgressif du Saumurois.

D'après les renseignements extraits de la carte géologique de Chalonnes-sur-Loire au 1/50 000e du BRGM et sa notice explicative, le site est localisé sur des terrains d'âge Primaire (Paléozoïque) de nature schisto-gréseuse (notés S4-5).

Les transgressions marines du Miocène et du Pliocène ont fait apparaître des témoignages discontinus de roches métamorphiques et volcano-détritiques : rhyolites, microgranites et tufs volcaniques acides (p) ; spilites et tufs volcaniques basiques (B) ; Phtanites² à Monograptus lobiferus du Llandoveryen (Silurien inférieur) et porphyre quartzifère (π) (cf. Figure 2).

Les terrains paléozoïques sont recouverts dans le secteur du site d'un placage de sables éoliens (noté « N ») de faible épaisseur (1,5 m au maximum).

3.1.2 CONTEXTE LOCAL (BSS BRGM)

Les reconnaissances effectuées dans la zone d'affleurement sableux (N) décrite par la carte géologique, recensées dans la banque de données du sous-sol, correspondent à (Figure 2) :

- 3 forages inclinés (localisés à environ 580 m à l'Est du site d'étude - BSS001EZZK, BSS001EZZL et BSS001EZZM), descendus entre 30 et 40 m de profondeur ;
- 1 forage pour la géothermie descendu à 75 m de profondeur (localisé à environ 670 m au Sud du site d'étude - BSS003ZORM).

La description lithologique des sols donnée par le forage géothermique BSS003ZORM est la suivante :

- 0 à 4 m : « terre » ;
- 4 à 75 m : schiste.

Les forages inclinés précités décrivent différents faciès schisto-gréseux et volcano-détritiques sur toute la hauteur des reconnaissances.

La nature sableuse théorique des sols superficiels (placages « N ») n'est pas apparente dans la nature descriptive peu précise des terrains.

3.1.3 RECONNAISSANCES AU DROIT DU SITE (ÉTUDE GÉOTECHNIQUE)

L'étude géotechnique du projet (rapport GEOTEC 2021/07689/NANTS en date du 28 septembre 2021) a été fournie par le maître d'ouvrage. Ce rapport est présenté intégralement en *Annexe 1*.

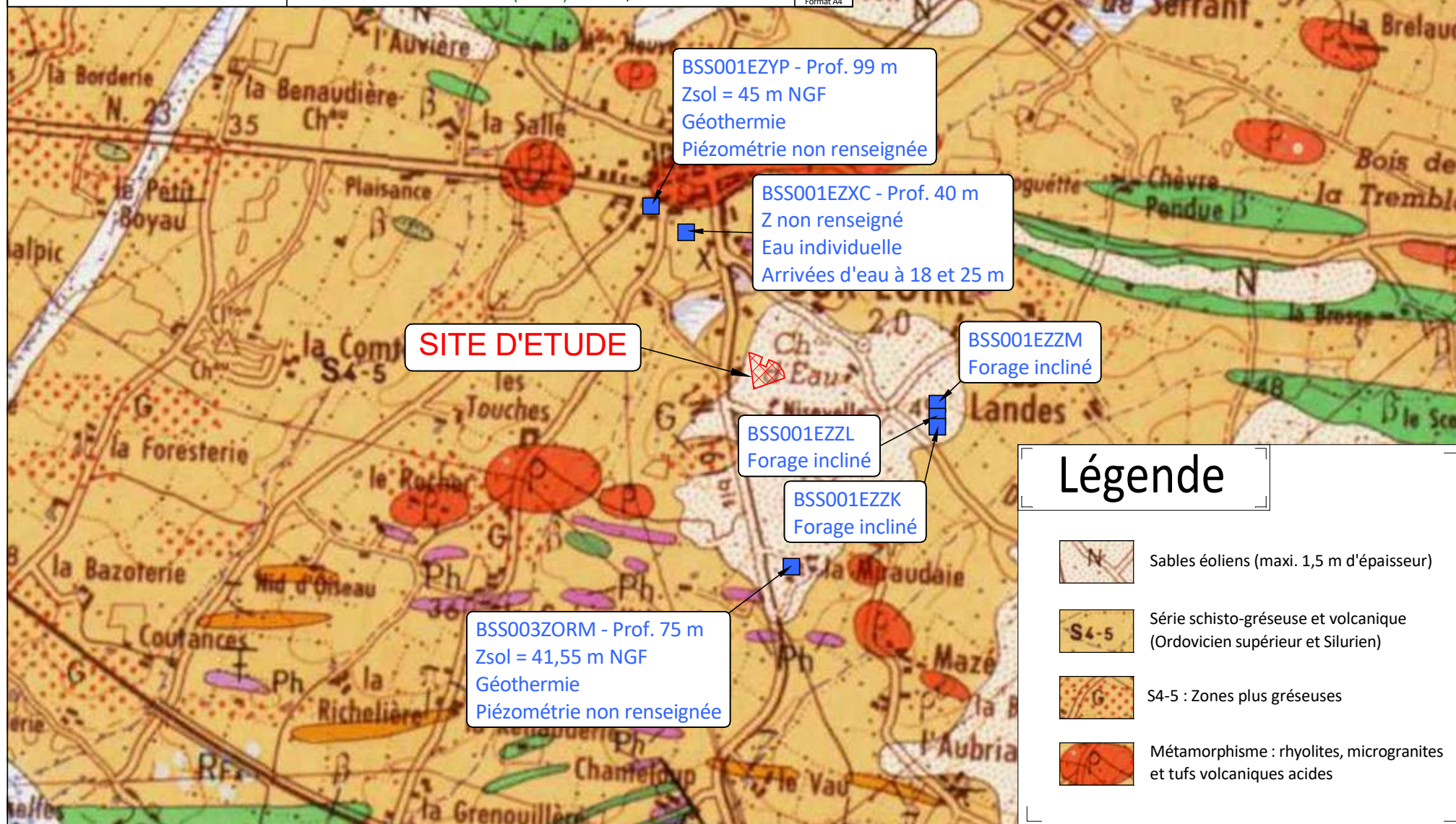
3.1.3.1 Programme des reconnaissances

Les reconnaissances géotechniques se sont basées sur la réalisation de :

- 4 sondages géologiques et pressiométriques à la tarière mécanique (SP1 à SP4), descendus entre 3,6 m et 4,8 m de profondeur
- 3 sondages géologiques à la tarière mécanique (T1 à T3), descendus entre 3,6 m et 6 m de profondeur ;
- 2 sondages géologiques à ciel ouvert (F1 et F2) réalisés par ouverture de fouilles à la pelle mécanique, descendus entre 1,7 m et 2,1 m de profondeur ;
- 2 essais d'infiltration de type MATSUO, réalisés dans les fouilles précitées.

Le plan d'implantation des sondages est présenté en *Annexe 1* (aux pages 29 et 30 du rapport géotechnique).

² Microquartzites graphiteux, régulièrement stratifiés



3.1.3.2 Nature des terrains rencontrés

Les sondages ont mis en évidence la succession lithologique suivante :

- 10 à 30 cm : faciès végétalisé ;
- 0,6 m à 1,5 m : des sables limoneux à graviers, parfois à racines ;
- 0,6/ 1,5 m à 1,7/ 6,0 m : des schistes altérés plus ou moins argileux.

La nature des terrains décrite par les investigations géotechniques apparaît cohérente avec le contexte géologique général (présence d'un placage de sables éoliens d'une épaisseur inférieure ou égale à 1,5 m surmontant un substratum schisteux).

3.2 CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE

3.2.1 CONTEXTE GÉNÉRAL

Comme dans tout domaine de socle, la présence d'eau est essentiellement liée à la présence de réseaux plus ou moins densifiés de fissurations et de fracturation de la roche mère.

La frange superficielle des terrains (de nature sablo-limoneuse et graveleuse) est le siège d'une nappe superficielle plus ou moins étendue et localement discontinue (cf. § 3.2.3), dont le potentiel productif dépend du caractère plus ou moins capacitif des sols.

Les nappes en domaine de socle (séries schisto-gréseuses) sont comme toute nappe libre alimentées par la pluviométrie. La réponse de la nappe à la pluviométrie y est généralement rapide.

Aucune donnée sur l'évolution saisonnière du toit de la nappe n'est disponible dans le secteur d'étude (seules des données ponctuelles et partielles sont décrites au droit du forage à usage individuel BSS001EZXC, localisé à environ 690 m au Nord-ouest du projet : arrivées d'eau à 18 et 25 m de profondeur lors de la réalisation de l'ouvrage en février 2007). Cet ouvrage exploite un réseau de fracturation du substratum.

3.2.2 RISQUE D'INONDATION PAR REMONTÉE DE NAPPE

D'après la base de données Géorisques du BRGM, le site est classé en zone faiblement sensible aux phénomènes d'inondation de cave ou de débordement de nappe, avec une fiabilité faible (due à une faible densité de données).

3.2.3 PIÉZOMÉTRIE SUR LE SITE D'ÉTUDE (ÉTUDE GÉOTECHNIQUE)

Lors de l'intervention de la société GEOTEC les 04 et 05/08/2021, il a été mesuré des niveaux d'eau non stabilisés en fin de sondages au droit des sondages SP1 à SP3 et T1 à T3 à des profondeurs comprises entre 1,8 m et 3,5 m/sol, soit entre les cotes +44,7 m NGF et +43,25 m NGF.

Ces niveaux sont susceptibles de remonter en période pluvieuse.

Les autres sondages (F1, F2 et SP4) descendus entre 1,7 m/ 2,1 m et 4,3 m de profondeur sont restés secs, ce qui dénote du caractère discontinu et plus ou moins temporaire de la nappe.

Un niveau d'eau à 1,7 m/sol a également été relevé le 04/08/2021 dans un puits existant (ouvrage de 5,7 m de profondeur), localisé à proximité de la limite Nord-Ouest du site d'étude. Ce niveau n'a pas été rattaché au NGF.

3.2.4 RÉSULTATS DES TESTS DE PERMÉABILITÉ

Les tests de perméabilité de type MATSUO réalisés par la société GEOTEC au droit des sondages F1 et F2, respectivement entre 1,1 et 1,7 m de profondeur et entre 1,5 et 2,1 m de profondeur, donnent les résultats suivants :

$K_{(F1)} = 5.10^{-6}$ m/s ;

$K_{(F2)} = \text{« sub-imperméable »}$.

Les conductivités hydrauliques mesurées sont faibles à médiocres et n'autorisent pas l'infiltration en grand des eaux pluviales dans les sols en place.

3.2.5 CAPTAGES AEP

Selon le module cartographique sécurisé Cart'Eaux/ Atlasanté répertoriant les différents usages des eaux souterraines et superficielles pour l'Alimentation en Eau Potable, le site n'est concerné par aucun périmètre de protection de captage AEP.

4 SYNTHÈSE DE L'APTITUDE DES SOLS À L'INFILTRATION

Le site d'étude s'inscrit au droit de terrains du Paléozoïque de nature schisto-gréseuse (S4-5), au sein desquels les transgressions marines du Miocène et du Pliocène ont fait apparaître des témoignages discontinus de roches métamorphiques et volcano-détritiques.

Selon la carte géologique et les résultats des reconnaissances géotechniques, ces terrains sont recouverts au droit du site par des placages de sables éoliens (limoneux et graveleux), notés N sur la carte géologique, reconnus sur des épaisseurs de 0,6 m à 1,5 m par les investigations géotechniques.

D'un point de vue hydrogéologique, les arènes schisteuses sont apparues globalement aquifères début août 2021 lors des investigations géotechniques réalisées par la société GEOTEC, avec des niveaux d'eau (non stabilisés) mesurés en fin de sondages au droit des sondages SP1 à SP3 et T1 à T3 à des profondeurs comprises entre 1,8 m et 3,5 m/sol, soit entre les cotes +44,7 m NGF et +43,25 m NGF. On note cependant le caractère discontinu de la nappe avec l'absence d'eau au droit des sondages F1, F2 et SP4, descendus entre 1,7 m/ 2,1 m et 4,3 m de profondeur (en période estivale).

Ces niveaux d'eau sont susceptibles de remonter en période pluvieuse, alimentés via les horizons sableux de couverture toutefois faiblement développés au droit du site. Aucun suivi piézométrique n'est disponible dans la banque de données du sous-sol du BRGM dans le secteur d'étude.

La série schisto-gréseuse reconnue au droit du site sous les placages sablo-limoneux et graveleux apparaît plus ou moins argileuse, avec des perméabilités relativement hétérogènes mesurées par essais MATSUO dans le cadre des investigations géotechniques : faible en F1 ($K = 5.10^{-6}$ m/s) à médiocre en F2 (« sub-imperméable »).

Dans la limite des données hydrogéologiques acquises et en l'absence d'autres données, nous retiendrons l'inaptitude des sols à l'infiltration des eaux pluviales dans les terrains schisteux et schisto-argileux reconnus au droit du projet. Le système de gestion des eaux pluviales devra s'orienter vers une solution de rétention avec rejet régulé à 3 L/s/ha vers le réseau pluvial communal.

5 CARACTÉRISTIQUES HYDROLOGIQUES DU PROJET

5.1 DÉFINITION DU BASSIN VERSANT NATUREL INTERCEPTÉ PAR LE SITE DU PROJET

Le bassin versant représente l'unité géographique sur laquelle se base l'analyse du cycle hydrologique et ses effets.

Plus précisément, le bassin versant peut être considéré comme une « surface élémentaire hydrologiquement close », c'est-à-dire qu'aucun écoulement n'y pénètre de l'extérieur et tous les excédents de précipitations s'évaporent ou s'écoulent par une seule section à l'exutoire.

L'analyse du comportement hydrologique du bassin versant s'effectue par le biais de la réaction hydrologique du bassin face à une sollicitation (précipitation). Cette réaction est mesurée par l'observation de la quantité d'eau qui s'écoule à l'exutoire du système.

La réaction hydrologique du bassin versant est caractérisée par sa vitesse et son intensité (débit de pointe Q_{max} , volume maximum V_{max} , etc.). Ces deux caractéristiques sont fonction du type et de l'intensité de la précipitation qui le sollicite, mais aussi d'une variable caractérisant l'état du bassin versant : le temps de concentration des eaux sur le bassin.

Le bassin versant intercepté par le projet correspond à la parcelle du site (ruissellement amont intercepté sur la rue Bernard Crétin Guesdon).

5.2 SURFACES ACTIVES DU PROJET

D'après le plan de masse de l'opération et les données fournies par l'architecte du projet³, le projet comprend la construction d'un nouveau magasin ALDI, comprenant l'aménagement de surfaces imperméabilisées de voiries, stationnements et cheminements piétons. La majeure partie des places de stationnement VL seront de type éco-végétal (pavés et dalle gazon ou équivalent de type drainant).

L'impluvium au droit de la parcelle aménagée a été défini comme suit par DAO à partir du plan de masse fourni par l'architecte du projet :

- Surface de toitures du magasin ALDI et emprises annexes assimilées : 1978 m² (C = 1) ;
- Surfaces minéralisées de voiries, cheminements et revêtements assimilés (non couverts) : 2650 m² (C = 0,9) ;
- Surfaces de stationnements drainants : 859 m² (C = 0,5).

Le reste de l'emprise du projet correspondra à l'impluvium non imperméabilisé, soit environ 4314 m² par différence (pour une surface d'arpentage de l'opération de 9801 m²), avec un coefficient d'apport estimé à C = 0,30.

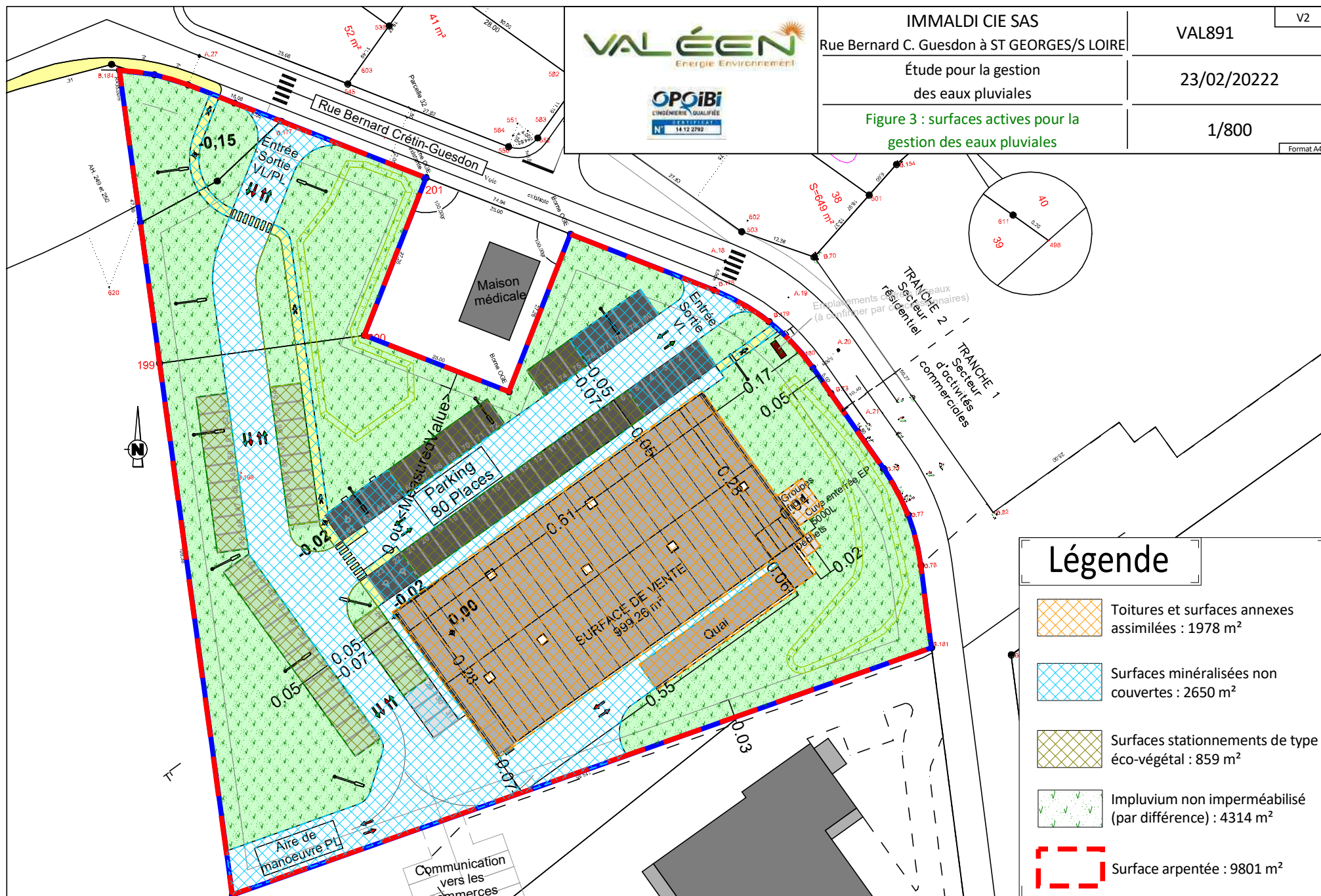
L'ensemble des surfaces actives prises en compte pour la gestion des E.P. sont présentées sur la *Figure 3*.

Les hypothèses de coefficients d'apports ont été évaluées sur la base du Guide pour l'assainissement routier édité par le LCPC-SETRA.

Dans l'approche quantitative développée au § 6, les emprises des noues paysagères sont affectées d'un coefficient d'apport C = 1 (toute l'eau qui tombe dans les noues est collectée). Selon le principe de gestion des eaux pluviales proposé, l'impluvium pris en compte pour le dimensionnement des noues de rétention est ainsi le suivant :

Surfaces actives et coefficients d'apport	Emprises collectées en termes d'impluvium					Caractérisation de l'impluvium	
	toitures C = 1	enrobé et emprises minéralisées (non couvertes) C = 0,9	stationnements perméables C = 0,5	noues végétalisées C = 1	Impluvium non imperméabilisé, hors noues C = 0,3	surface drainée (m ²)	Coef. apport pondéré
SBV1 Noue toitures	1978	0	0	363	948	3289	0,80
SBV2 Noue voiries	0	2650	859	531	2472	6512	0,63

³ Plan de masse PC 02a du 10 janvier 2022 établi par le cabinet d'architecture Contractor, 10 Rue Gutenberg, 33700 Mérignac



6 DIMENSIONNEMENT D'UNE MESURE COMPENSATOIRE

L'objet de ce chapitre consiste à définir, en fonction des contraintes du site, une solution qui permettra de gérer le surplus de débit généré par l'imperméabilisation des sols sur le projet.

6.1 PRINCIPE DE GESTION DES EAUX PLUVIALES

Le choix de la solution de gestion des eaux pluviales a reposé notamment sur la prise en compte des éléments hydrogéologiques suivants :

- le site d'étude est implanté au droit de terrains schisteux et schisto-argileux peu perméables, avec des niveaux d'eau mesurés début août 2021 entre 1,8 m et 3,5 m/sol, soit entre les cotes +44,7 m NGF et +43,25 m NGF ;
- l'aquifère présentait un caractère discontinu en août 2021, avec une absence d'eau au droit des sondages F1, F2 et SP4, descendus entre 1,7 m/ 2,1 m et 4,3 m de profondeur, cependant les niveaux piézométriques sont susceptibles de remonter en période pluvieuse ;
- aucune donnée bibliographique ne permet d'estimer les variations saisonnières de l'aquifère ;
- la perméabilité des terrains mesurée au moyen de tests MATSUO (infiltration en tranchées) apparaît hétérogène et non propice à l'infiltration des eaux pluviales.

Sur la base des éléments du dossier de déclaration au titre de la loi sur l'eau de la ZAC des Fougères communiqué par ALTER Anjou Loire Territoire, ayant obtenu récépissé le 12 août 2002 (extraits en *Annexe 2*), les orientations retenues en matière de gestion des eaux pluviales du projet sont les suivantes :

- privilégier la gestion des eaux pluviales en noues paysagères à faible profondeur ;
- la période de retour retenue pour le dimensionnement des ouvrages de rétention de la zone d'aménagement est décennale. Cette occurrence correspond à un niveau de service N2 (pluies moyennes) en référence au mémento technique de l'ASTEE ;
- une vanne de sectionnement sera mise en place sur le rejet de la rampe de déchargement PL pour tenir compte d'un potentiel événement accidentel (faible probabilité).

Ainsi, dans la limite des données hydrogéologiques acquises, nous retenons l'inaptitude des sols à l'infiltration en grand des eaux pluviales dans les terrains schisteux et schisto-argileux reconnus au droit du projet. Nous recommandons au maître d'ouvrage la mise en place de noues de rétention avec rejet régulé à 3 L/s/ha vers le réseau pluvial communal.

6.2 ÉTUDE DE LA PLUVIOMÉTRIE

L'estimation des débits de pointe sur des bassins versants non jaugés repose sur l'analyse de la pluviométrie locale, pour des durées de pluie adaptées au temps de concentration des bassins versants. D'après les formulations de Ventura, Passini et Giandotti, le temps de concentration sur le bassin versant aménagé sera de l'ordre de 9 minutes pour une occurrence décennale.

Dans le cadre de cette étude, la station pluviographique la plus représentative utilisée est celle de Beaucouzé (49).

Les pluies de projet sont élaborées à partir de la formule de "Montana" qui s'écrit comme suit :

$$H(t) = a * t^{(1-b)}$$

avec $H(t)$: hauteur de la pluie en fonction du temps (mm),
 t : durée de la pluie en minutes,
 a, b = coefficients de Montana.

Les coefficients a et b de la formule de Montana issus de cette station pluviographique⁴ sont les suivants :

⁴ Formule des hauteurs – Méthode du renouvellement – Période statistique des mesures 1982-2018 – Source : MétéoFrance

Coefficient de montana (t en min)		Période de retour		
		10 ans	20 ans	30 ans
Durée de pluie de 6 min. à 2 h	a	4,765	5,374	5,697
	b	0,57	0,561	0,554
Durée de pluie entre 2 h et 24 h	a	13,565	18,353	21,649
	b	0,809	0,835	0,850

6.2.1 ÉVALUATION DU VOLUME DE STOCKAGE NÉCESSAIRE ET DIMENSIONNEMENT DES NOUES DE RÉTENTION POUR UN ÉVÉNEMENT PLUVIAL DE 24 H ET D'OCCURRENCE 10 ANS

La méthode des pluies a été utilisée pour le dimensionnement de la mesure compensatoire par régulation. Le dimensionnement des ouvrages de rétention a été effectué pour un événement pluvieux d'une durée théorique de 24 h. Une occurrence décennale a été retenue en cohérence avec le dossier loi sur l'eau de la ZAC des Fougères (niveau de service N2 – pluies moyennes – en référence au mémento technique de l'ASTEE).

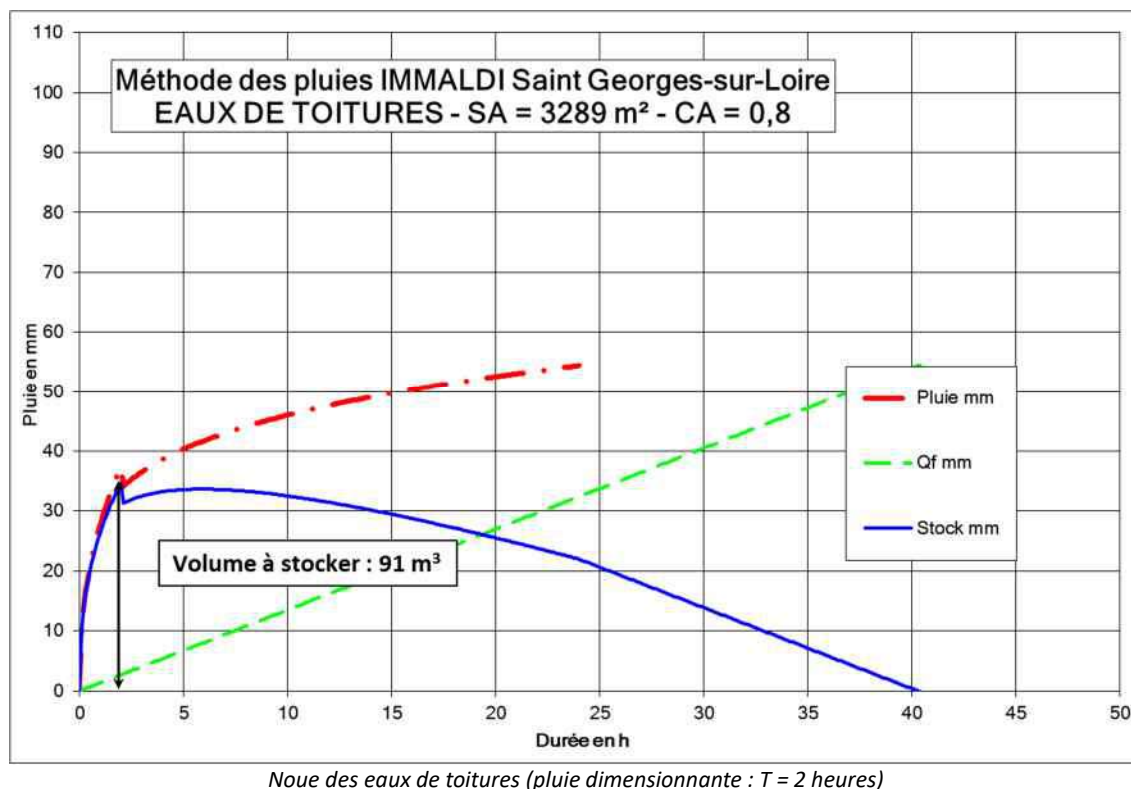
Le dimensionnement des noues de rétention a été réalisé en tenant compte :

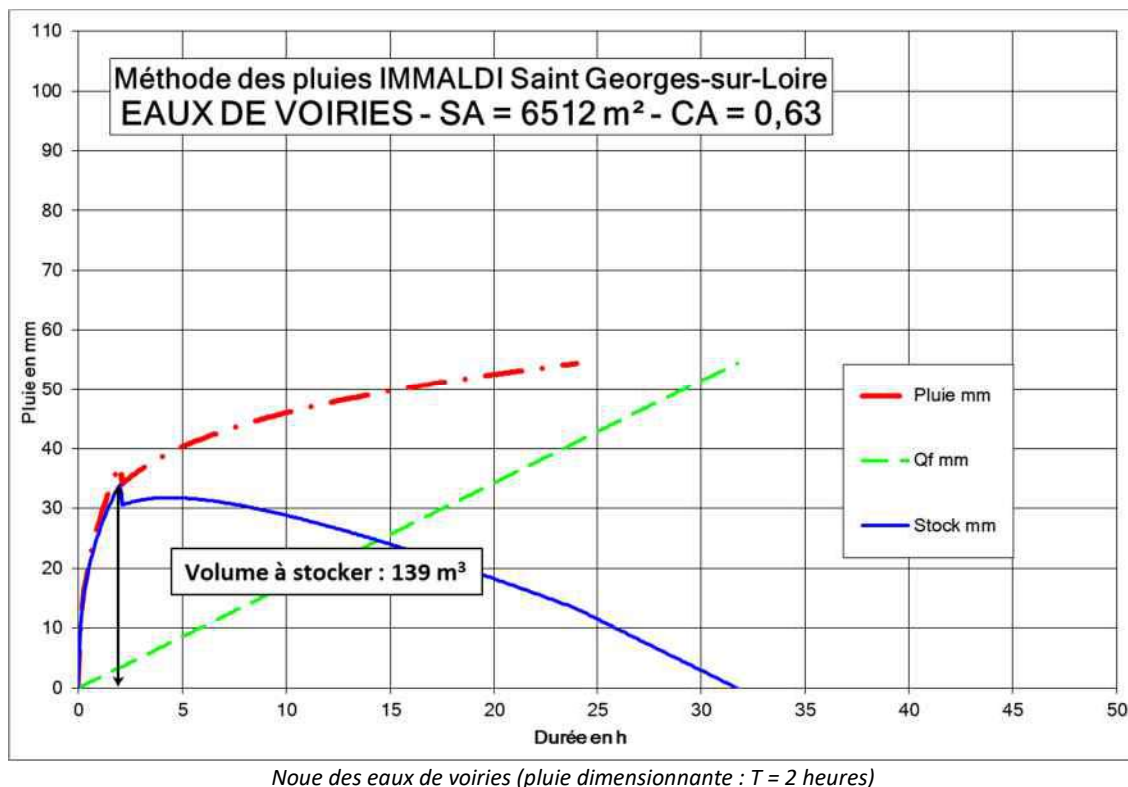
- des données pluviométriques fournies par Météo France pour l'occurrence décennale ;
- du débit de fuite des noues au prorata de 3 L/s/ha, soit 2,9 L/s pour l'opération ;
- des hypothèses d'emprises des surfaces imperméabilisées collectées et de coefficients d'apport définies au § 5.2.

Il a été retenu :

- la création d'une noue pour les eaux de toitures à l'Est du site ;
- la création d'une noue pour les eaux de voiries au Nord du projet.

Le dimensionnement des noues de rétention selon la méthode des pluies est présenté ci-après :





Sur la base du débit de fuite autorisé, de l'événement pluvial considéré, et du coefficient d'apport pondéré sur les surfaces imperméabilisées collectées, **le volume de rétention cumulé dans les différentes structures de rétention et régulation des eaux pluviales est de 230 m³.**

D'après la méthode des pluies et les hypothèses prises, le temps de vidange théorique des noues de rétention et de régulation s'effectue, sans apport pluvieux supplémentaire en moins de 48 heures.

Le principe de gestion des eaux pluviales est présenté sur la Figure 4.

6.2.2 CONCLUSION SUR L'INCIDENCE QUANTITATIVE DU PROJET

Selon les hypothèses de raccordement, la collecte des eaux de ruissellement issues des surfaces imperméabilisées par le projet sera effectuée dans deux noues paysagères offrant un volume utile cumulé de 230 m³ selon les hypothèses retenues (protection contre un événement pluvial d'occurrence 10 ans).

Ces dispositions permettront de compenser l'augmentation des débits due à l'imperméabilisation des surfaces en effectuant un stockage tampon des eaux de ruissellement, préalablement à leur restitution progressive dans le réseau communal.

6.3 MAINTENANCE ET ENTRETIEN DES OUVRAGES

L'entretien du réseau de collecte et de prétraitement des eaux pluviales sur le site sera réalisé par le maître d'ouvrage ou le prestataire de service qu'il aura désigné.

Cette maintenance devra faire l'objet d'une grande vigilance afin de détecter le plus vite possible tout dysfonctionnement éventuel des dispositifs et tout risque de remise en suspension de boues décantées. Les schémas, directives et recouvrements des ouvrages des aménagements seront fournis au personnel d'entretien.

Les prescriptions d'entretien des ouvrages de gestion des eaux pluviales seront notamment les suivantes :

- ✓ **Réseaux de collecte des eaux pluviales et drains de répartition**
 - Contrôle visuel 2 fois par an des regards et grilles ;
 - Curage annuel des regards d'admission des eaux pluviales (déchets, sédiments) ;
 - Hydrocurage des conduites d'eaux pluviales tous les 5 à 10 ans lorsque la pente de celles-ci autorise une sédimentation (absence d'auto-curage des conduites due à de faibles vitesses d'écoulement des eaux).
- ✓ **Ouvrages de régulation**
 - Inspecter les ouvrages et manœuvrer les parties amovibles ;
 - Curer les fosses de décantation ;
 - Évacuer les flottants et déchets retenus par les grilles ;
 - Nettoyage des ouvrages de régulation en cas de dépôts constatés.

L'entretien doit être régulier (1 à 2 fois par an) pour éviter l'obturation de l'orifice calibré.

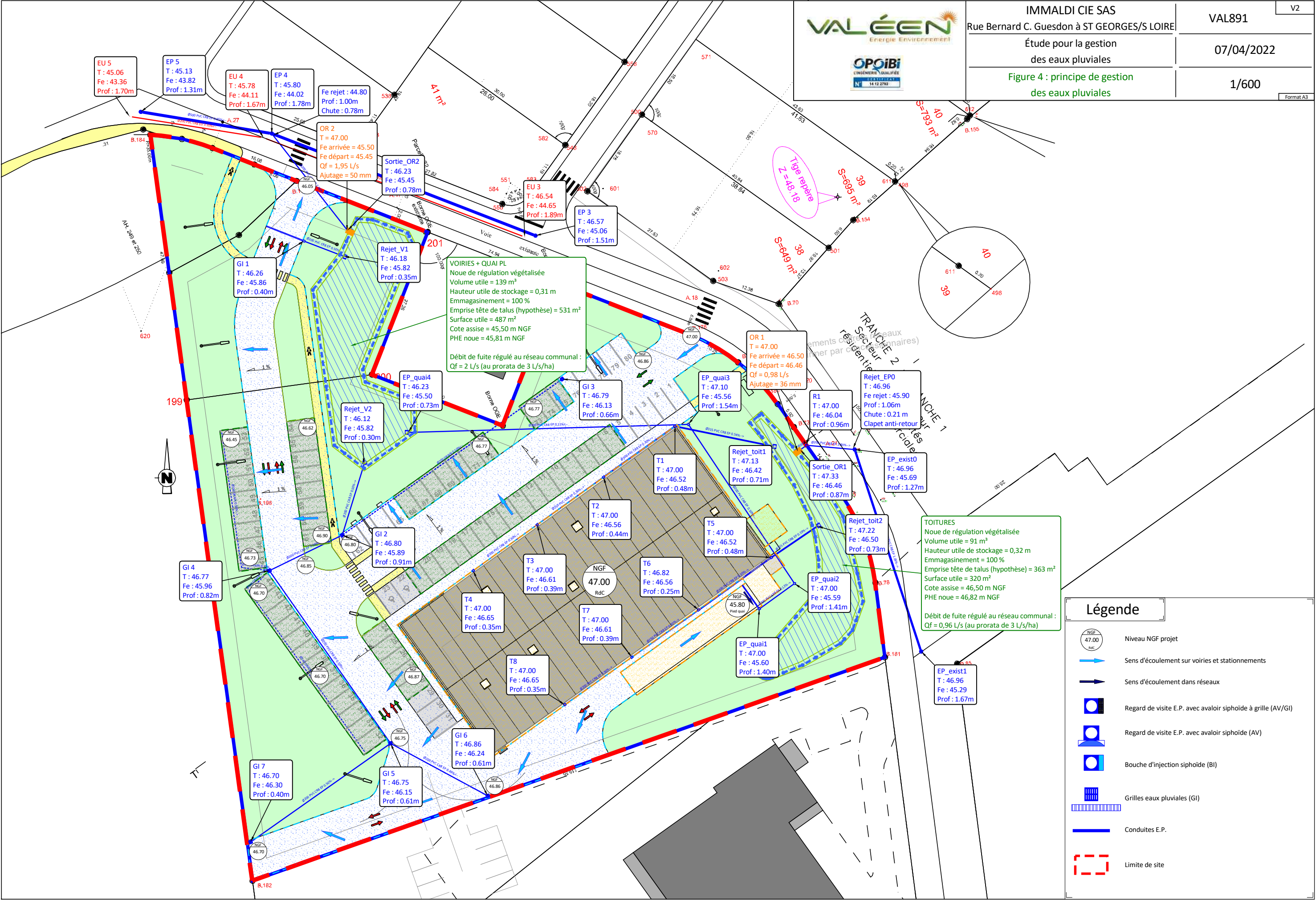
L'absence d'entretien des dispositifs de gestion des eaux pluviales est susceptible d'entraîner un comblement progressif (partiel voire total) des avaloirs/ conduites/ drains EP, entraînant à terme l'inefficacité des solutions de gestion des EP avec des risques de saturation des ouvrages, voire des risques de débordement.

6.4 DESCRIPTION DE LA SOLUTION DE GESTION DES EAUX PLUVIALES

Le tableau ci-après donne les détails des dispositifs de gestion des eaux pluviales mis en œuvre sur le site :

Ouvrage de rétention/ régulation des eaux pluviales issues des surfaces imperméabilisées	Surfaces collectées et coefficient d'apport pondéré	Caractéristiques
NOUE DES EAUX DE TOITURES SBV 1	Sa = 3289 m ² Ca = 80 %	<ul style="list-style-type: none"> - Noue paysagère - Volume utile = 91 m³ - Surface dédiée par hypothèse = 363 m² - Hauteur utile de rétention = 0,32 m - Cote assise = 46,50 m NGF - PHE noue = 46,82 m NGF - Débit de fuite OR 1 prorata de 3 L/s/ha : 0,98 L/s ; - Ajustage de l'orifice de régulation : 36 mm pour la charge hydraulique considérée
NOUE DES EAUX DE VOIRIES SBV 1	Sa = 6512 m ² Ca = 63 %	<ul style="list-style-type: none"> - Noue paysagère - Volume utile = 139 m³ - Surface dédiée par hypothèse = 531 m² - Hauteur utile de rétention = 0,31 m - Cote assise = 45,50 m NGF - PHE noue = 45,81 m NGF - Débit de fuite OR 1 prorata de 3 L/s/ha : 1,95 L/s ; - Ajustage de l'orifice de régulation : 50 mm pour la charge hydraulique considérée

6.5 DIMENSIONNEMENT VRD DE LA SOLUTION DE GESTION DES EAUX PLUVIALES



IMMALDI CIE SAS	VAL891	V2
Rue Bernard C. Guesdon à ST GEORGES/S LOIRE		
Étude pour la gestion des eaux pluviales	07/04/2022	
Figure 4 : principe de gestion des eaux pluviales	1/600	Format A3

Légende

Niveau NGF projet

Sens d'écoulement sur voiries et stationnements

Sens d'écoulement dans réseaux

Regard de visite E.P. avec avaloir siphon à grille (AV/GI)

Regard de visite E.P. avec avaloir siphon (AV)

Bouche d'injection siphon (BI)

Grilles eaux pluviales (GI)

Conduites E.P.

Limite de site

Annexe 1 : Étude géotechnique – Rapport GEOTEC 2021/07689/NANTS en date du 28 septembre 2021

Agence de NANTES
ZA Clair de Lune
44360 SAINT ETIENNE DE MONTLUC
Tél : 02.40.92.04.90 - Fax : 02.40.92.16.43
Agence.nantes@geotec.fr



**ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION
Phase Projet (G2 PRO)**

Surface commerciale ALDI

2021/07689/NANTS

**(49170) SAINT-GEORGES-sur-LOIRE
Rue Bernard Crétin-Guesdon**

- 28 septembre 2021 -

ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION
Phase Projet (G2 PRO)

Surface commerciale ALDI

2021/07689/NANTS

(49170) SAINT-GEORGES-sur-LOIRE

Référence : 21/07689/NANTS				Mission G2 Phase PRO		
Indice	Date	Modifications Observations	Nbre pages	Etabli par	Vérifié par	Approuvé par
			Texte + Annexes			
0	28/09/21	Première émission	26+19	N. RAZAFINDRIAKA	E. MONIER	F-X. BAUMY
A						
B						
C						

NB : l'indice le plus récent de la même mission, annule et remplace les indices précédents.

SOMMAIRE

I. CADRE DE L'INTERVENTION	4
I.1. Intervenants	4
I.2. Projet, documents reçus et hypothèses	4
I.3. Mission	5
II. CONTEXTE DU SITE ET CONTENU DE LA RECONNAISSANCE	6
II.1. Le site	6
II.2. Contenu de la reconnaissance	6
II.3. Implantation et nivellement des sondages	7
III. CADRE GEOLOGIQUE – RESULTATS DE LA RECONNAISSANCE	8
III.1. Nature et caractéristiques des sols	8
III.2. Risques naturels et anthropiques	10
III.3. Données sismiques – Risque de liquéfaction	11
III.4. Hydrogéologie	11
III.5. Pollution	12
IV. DEFINITION DU MODELE GEOTECHNIQUE, DU SITE ET DE LA ZIG	13
IV.1. Définition de la ZIG	13
IV.2. Niveau d'eau	13
IV.3. Définition du modèle géotechnique	14
V. ETUDE DES OUVRAGES GEOTECHNIQUES	15
V.1. Fondation de la structure	15
V.2. Niveau bas du bâtiment	19
V.3. Mise hors d'eau	19
V.4. Voiries	19
VI. RECOMMANDATIONS POUR LA MISE AU POINT DU PROJET	22
Conditions générales	23
Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique	25
Classification des missions d'ingénierie géotechnique	26
ANNEXES	27
<i>Plan de situation</i>	28
<i>Schémas d'implantation des sondages</i>	29 à 30
<i>Sondages géologiques et pressiométriques</i>	31 à 34
<i>Sondages géologiques à la tarière</i>	35 à 39
<i>Essais de pénétration dynamique</i>	40
<i>Essais de perméabilité</i>	41 à 42
<i>Résultats analyses en laboratoire</i>	43 à 45

I. CADRE DE L'INTERVENTION

I.1. INTERVENANTS

A la demande et pour le compte d'IMMALDI & Compagnie - 527 Rue Clément Ader – 77237 DAMMARTIN EN GOELE, GEOTEC a réalisé la présente étude sur le site suivant : **projet de construction d'une surface commerciale** – Rue Bernard Crétin-Guesdon sur la commune de SAINT-GEORGES-sur-LOIRE (49170).

L'autre intervenant connu au moment de l'étude est le suivant :

➤ Architecte : A&C Architectes associés (33700 MERIGNAC)

I.2. PROJET, DOCUMENTS REÇUS ET HYPOTHESES

Les documents suivants ont été mis à la disposition de GEOTEC :

Documents	Emetteur	Référence	Date	Echelle	Cote altimétrique	Remarques
Plan de situation	IMMALDI & Compagnie	APS-2318-01	27/07/2020	/	/	/
Extrait cadastral				1/1000		
Etat des lieux – plan de masse		APS-2318-02a		/		
Plan du masse général projet		APS-2318-02b				
Plan du masse		APS-2318-02c		1/750		
Plan RDC du bâtiment		APS-2318-03		1/200		
Plans de façade		APS-2318-04		1/100		
Coupe de principe		APS-2318-05				
Insertion aérienne		APS-2318-06a		/		
Vues projet		APS-2318-06b et c				
Plans projets	IMMALDI & Compagnie	PC-2313	26/01/2021	Selon plan	/	/

Le projet consiste en la construction d'un magasin ALDI de 5.9 m d'élévation environ sans sous-sol et d'une emprise au sol de 1 350 m² environ. Le projet est complété par une voirie PL et VL et des noues paysagères.

En l'absence d'éléments fournis, nous poserons par hypothèse que le niveau fini du Rez-de-Chaussée se situera sensiblement à hauteur du TA, soit vers la cote +46.60 NGF (cote moyenne de nos sondages au droit de l'emprise du futur bâtiment).

D'après les éléments communiqués dans le cas du contrat-cadre ALDI marché, les charges ELS transmises par la structure sont supposées être limitées à :

- 150 kN / poteau (≈ 15 t)
- 10 kN / m² pour les dallages (≈ 1 t/m²)

En l'absence d'éléments fournis, les charges ELS transmises par la structure sont supposées être limitées à :

- 50 à 90 kN / ml pour les murs porteurs (≈ 5 à 9 t/ ml)

Ces charges devront être calculées avec précision par le BET Structures ou l'entreprise. Dans le cas de charges réelles différentes des données ci-dessus, tout ou partie de nos conclusions pourraient être revues.

Aucun plan de fondation ne nous a été fourni.

Pour la voirie à réaliser, en l'absence de donnée, et compte tenu du type de projet, nous retiendrons en première hypothèse une classe de **trafic T5, correspondant à une voie secondaire de lotissement** (moins de 25 PL par jour et moins de 750 VL par jour, avec un coefficient d'agressivité de 0.4), selon le « Guide pour la construction des voiries à faible trafic Bretagne – Pays de la Loire » (2002), hypothèse à confirmer.

I.3. MISSION

Conformément à son offre Réf. 2021/07689/NANTS du 07/07/2021 et dans le cadre du contrat-cadre ALDI marché, GEOTEC a reçu une mission de conception géotechnique, phase Projet (G2 PRO).

Cette étude repose sur des investigations géotechniques réalisées par GEOTEC (mission d'étude de conception géotechnique phase projet G2 PRO) selon les termes de la norme NF P 94-500 révisée en novembre 2013, relative aux missions géotechniques.

Il est rappelé que la mission de conception phase projet (G2 PRO) doit être complétée par la phase DCE/ACT puis par des missions G3 (étude et suivi géotechniques d'exécution) et G4 (supervision géotechnique d'exécution) afin de limiter les aléas géotechniques qui peuvent apparaître en cours d'exécution ou après réception des ouvrages. GEOTEC reste à disposition des intervenants, et notamment de l'équipe de maîtrise d'œuvre, pour l'exécution des missions complémentaires G2 projet et G4, la mission G3 étant généralement réalisée par les entreprises de travaux.

L'exploitation et l'utilisation de ce rapport doivent respecter les « *Conditions générales* » données en fin de rapport.

Remarque : toutes les abréviations utilisées dans ce rapport sont conformes à la norme XP 94-010 hormis les suivantes :

- Rd : résistance dynamique apparente (formule des Hollandais) ;
- RDC : Rez-de-Chaussée ;
- TA : terrain actuel.



II. CONTEXTE DU SITE ET CONTENU DE LA RECONNAISSANCE

II.1. LE SITE

Le terrain étudié se trouve en commune de SAINT-GEORGES-sur-LOIRE (49170), Rue Bernard Crétin-Guesdon, parcelles cadastrées AH n°262, 263, 273 à 276. Il est délimité par :

- La Rue Bernard Crétin-Guesdon au Nord et à l'Est ;
- Le bâtiment ALDI existant au Sud ;
- Un terrain vague à l'Ouest.



Le site est actuellement un terrain vague enherbé, avec un puits existant en pierre de taille de 5.7 m de profondeur localisé au Nord-Ouest de la parcelle.

Un niveau d'eau à 1.7 m/TA a été relevé dans le puit le 04/08/2021. Notons la présence d'un étang « Arrouet » localisé à 270 m environ au Nord du bâtiment projet.

Les bâtiments avoisinants sont de type commerciaux.

Le terrain présente une pente générale de 2% environ descendante vers le Nord-Ouest.

II.2. CONTENU DE LA RECONNAISSANCE

La campagne de reconnaissance géotechnique a consisté en l'exécution de :

- **4 sondages pressiométriques** (SP1 à SP4) réalisés en diamètre 63 mm. La sondeuse utilisée est de marque GEOTEC type TB50. Ces sondages ont atteint une profondeur comprise entre 3.6 m et 4.8 m par rapport au TA. Les essais pressiométriques ont été répartis selon un intervalle moyen de 1 à 1.5 m.

- **1 essai au pénétromètre dynamique** (P-SP1) poussé au refus observé à 4.2 m/TA. Il a été réalisé à l'aide d'un pénétromètre dynamique de type B. Cet essai a permis de mesurer en continu la résistance mécanique de chaque horizon traversé. Cette résistance s'interprète en termes d'homogénéité et de portance du sol.
- **3 sondages géologiques** (T1 à T3) en diamètre 63 mm. La sondeuse utilisée est de marque GEOTEC type TB 50. Ces sondages ont atteint une profondeur comprise entre 3.6 m à 6.0 m/TA. Ils ont permis de visualiser la nature des sols traversés et de prélever des échantillons.
- **2 sondages géologiques à ciel ouvert** (F1 et F2) réalisés par ouverture de puits à la pelle mécanique. Ces sondages ont atteint une profondeur de 1.7 et 2.1 m par rapport au Terrain Naturel Actuel (TA). Ils ont permis de déterminer la nature et l'épaisseur des sols traversés et de prélever des échantillons pour analyses en laboratoire.
- **2 essais d'infiltration** de type MATSUO ont été réalisés dans les sondages précédents.
- **Des analyses laboratoires** complètent ces investigations (2 identifications GTR) ;
- **15 sondages géologiques à la tarière** (ST1 à ST15) ont été réalisés dans le cadre de la mission d'étude environnementale qui fera l'objet d'un rapport distinct référencé 2021/07689/NANTS/01.

II.3. IMPLANTATION ET NIVELLEMENT DES SONDAGES

La position des sondages et essais figure sur le schéma d'implantation en annexe.

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

Les sondages et essais ont été nivelés à l'aide d'un GPS de précision équipé en RTK.

Le système de nivellement est indiqué comme étant le système NGF.

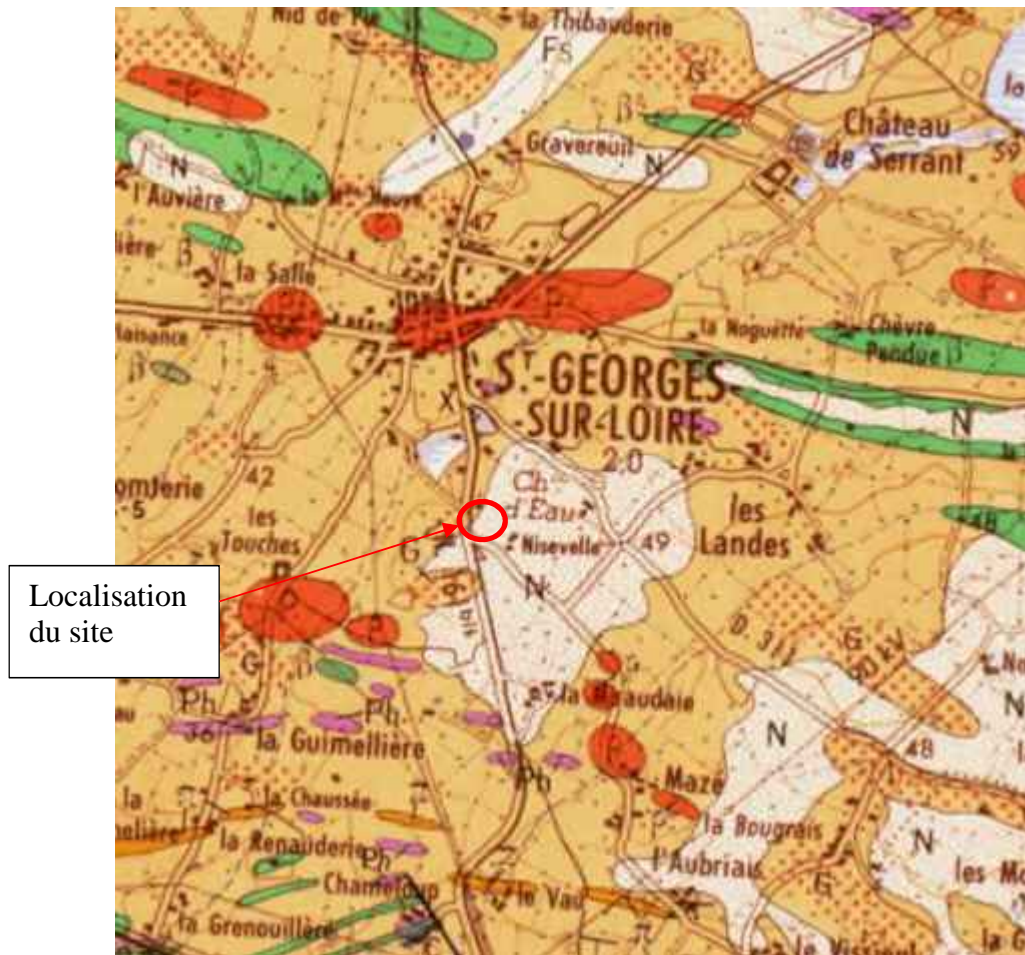
Les profondeurs sont comptées par rapport au Terrain Actuel.



III. CADRE GEOLOGIQUE – RESULTATS DE LA RECONNAISSANCE

D'après la carte géologique de CHALONNES-SUR-LOIRE au 1/50 000^{ème} et notre connaissance de ce secteur, la géologie attendue est la suivante :

- Sable éolien ;
- Schiste gréseux dont la frange peut être altérée.



Carte géologique (source : Infoterre)

III.1. NATURE ET CARACTERISTIQUES DES SOLS

La campagne de reconnaissance géotechnique a mis en évidence les formations suivantes, sous un faciès végétal de 10 à 30 cm d'épaisseur environ :

- **Un sable à graviers, parfois à racines**, reconnu dans tous les sondages jusqu'à une profondeur d'environ 0.6 m à 1.5 m environ. Ses caractéristiques mécaniques sont :

$$4.3 \leq R_d \leq 8.7 \text{ MPa}$$

Les analyses en laboratoire réalisées sur un échantillon pris en F1 dans cet horizon donnent pour résultats :

SONDAGE			F1
PROFONDEUR (m)			0.30-0.70
MESURES PHYSIQUES			
Teneur en eau	W	%	4.6
GRANULOMETRIE SEDIMENTOMETRIE			
D max	mm	60	
< 50 mm	%	93.8	
< 2 mm	%	81.4	
< 80 µm	%	16.4	
Valeur au Bleu de Méthylène			
V.B.S	(g/100g)	0.55	

Ceci replace l'échantillon de sol analysé en classe **C1B5** du GTR (Guide Technique de Réalisation des remblais et couches de forme). Ce sont des sols graveleux avec des fines, sensibles à l'eau.

- **Une altérite de schiste variablement argileuse** reconnue dans les sondages SP1, SP2, SP3, T1, T2, T3 et F1 à partir d'une profondeur de 0.7-1.5 m/TA et jusqu'à une profondeur de 1.7-6.0 m/TA. Ses caractéristiques mécaniques sont :

$$\begin{aligned}
 1.0 &\leq p_l^* \leq 2.2 \text{ MPa} - p_l^* \text{ moy } \# 1.37 \text{ MPa} \\
 13 &\leq EM \leq 38 \text{ MPa} - EM \text{ moy } \# 19.24 \text{ MPa} \\
 5.6 &\leq R_d \leq 9.2 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Les analyses en laboratoire réalisées sur un échantillon pris en F1 dans cet horizon donnent pour résultats :

SONDAGE			F1
PROFONDEUR (m)			1.1-1.7
MESURES PHYSIQUES			
Teneur en eau	W	%	20.4
GRANULOMETRIE SEDIMENTOMETRIE			
D max	mm	18	
< 50 mm	%	100	
< 2 mm	%	80.4	
< 80 µm	%	64.1	
Valeur au Bleu de Méthylène			
V.B. S	(g/100g)	1.6	

Ceci replace l'échantillon de sol analysé en classe **A1** du GTR (Guide Technique de Réalisation des remblais et couches de forme). Ce sont des sols fins, sensibles à l'eau.

- **Un schiste altéré** reconnu dans les sondages SP3, SP4 et F2 à partir d'une profondeur de 0.6-2.6 m/TA et jusqu'à la base des sondages. Ses caractéristiques mécaniques sont :

$$\begin{aligned} pl^* &\geq 2.5 \text{ MPa} - pl^*_{\text{moy}} \geq 2.5 \text{ MPa} \\ 45 &\leq EM \leq 137 \text{ MPa} - EM_{\text{moy}} \# 66.2 \text{ MPa} \\ Rd &\geq 12 \text{ MPa, puis refus} \end{aligned}$$

Remarque : Cette description n'implique en rien qu'il ne puisse exister d'anomalie de la stratigraphie entre sondages. En particulier, la position exacte des interfaces entre couches ne saurait se déduire d'une simple extrapolation des relevés de sondages.

III.2. RISQUES NATURELS ET ANTHROPIQUES

D'après la consultation du site « georisques.gouv.fr », la commune étudiée a fait l'objet d'arrêtés de catastrophe naturelle concernant des :

Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain : 1

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le Journal Officiel du
49PREF19990284	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999

Inondations et coulées de boue : 4

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le Journal Officiel du
49PREF19950119	17/01/1995	31/01/1995	06/02/1995	08/02/1995
49PREF19880047	15/01/1988	20/02/1988	07/04/1988	21/04/1988
49PREF19830288	11/04/1983	16/04/1983	16/05/1983	18/05/1983
49PREF20170677	08/12/1982	31/12/1982	11/01/1983	13/01/1983

Le terrain, objet de l'étude se trouve en zone d'aléa **moyen** vis-à-vis du risque de retrait/gonflement des argiles, d'après le site « georisques.gouv.fr ». **Malgré les résultats d'identification GTR des sols (sur 1 seul prélèvement) : altérites de schiste plus ou moins argileuses de classe A1, sensibles à l'eau, on respectera les préconisations permettant de s'affranchir des risques de retrait-gonflement des argiles.**



Le terrain, objet de l'étude se trouve dans une zone a priori non sujette aux inondations de cave ni débordement de nappe, d'après le site « géorisques.gouv.fr ».

D'après le site « géorisques.gouv.fr », aucun risque de cavité souterraine n'a été observé dans un rayon de 500 m.

Le terrain se situe en zone d'aléa faible (2) selon le décret n° 2010-1255 du 22 octobre 2010 relatif à la prévention des risques sismiques.

III.3. DONNEES SISMIQUES – RISQUE DE LIQUEFACTION

L'ouvrage se situe en zone sismique 2 (faible). S'agissant d'un bâtiment commercial, il peut être considéré de catégorie d'importance « II » ou « III » (**hypothèse à confirmer par le Maître d'Ouvrage**) : $\gamma_i=1$ ou $\gamma_i=1.2$.

III.3.1. Classe de sol

Selon l'article 3.1.2 « *Identification des classes de sol* » de l'EC8-1, l'identification des classes de sols nécessite la détermination de la vitesse des ondes de cisaillement sur les 30 mètres supérieurs, ou des mesures de l'indice de pénétration N_{SPT} . En l'absence de telles mesures, en première approche à partir de corrélation avec les essais réalisés et selon notre connaissance du contexte local, on pourra retenir :

- classe du sol = A ; valeur du paramètre du sol correspondant $S = 1$.

III.3.2. Risque de liquéfaction

Dans le cas d'une catégorie d'importance « II », aucune obligation vis-à-vis de la nouvelle réglementation parasismique n'est nécessaire, pour cette catégorie d'importance d'ouvrage et dans cette zone de sismicité.

Dans le cas d'une catégorie d'importance « III », le risque de liquéfaction sera à prendre en compte dans la conception. Compte-tenu de la nature des sols (sable, altérite de schiste, schiste altéré) et des caractéristiques mécaniques mesurées, les sols ne sont pas a priori suspects d'être sensible au phénomène de liquéfaction.

III.4. HYDROGEOLOGIE

Lors de notre campagne de reconnaissance du 04 au 05/08/2021, nous avons observé les venues d'eau suivant dans les sondages :

Sondage	SP1	SP2	SP3	T1	T2	T3
Cote NGF / Tête de sondage	+46.10	+46.10	+47.10	+45.90	+46.75	+45.85
Venue d'eau en cours de forage prof. (m)	4.6	3.6	3.5	3.0	3.2	3.5
Prof niveau d'eau en fin de forage (m)	2.6	1.9	2.4	2.4	3.5	1.8
Cote NGF du niveau d'eau en fin de forage	+43.50	+44.20	+44.70	+43.50	+43.25	+44.05

Les autres sondages sont restés secs.

Ceci montre la présence de circulations préférentielles ou **d'une nappe** au sein des différents horizons.

Ces relevés ayant un caractère ponctuel et instantané, ils ne permettent pas de préciser l'amplitude des variations du niveau d'eau qui peut remonter fortement.

Des circulations d'eau superficielles peuvent également se produire en période pluvieuse.

Rappelons qu'un puits de 5.7 m de profondeur /TA a été localisé sur le Nord-Est du site, avec un niveau d'eau relevé à 1.7 m/TA le 04/08/2021.

III.4.1. Essais d'eau ponctuels

Les essais de perméabilité de type MATSUO réalisés au droit de F1 et F2 donnent les résultats suivants :

Sondage	F1+M	F2+M
Profondeur de l'essai	1.1 à 1.7 m	1.5 à 2.1 m
Nature des sols	Altérite de schiste plus ou moins argileuse	Schiste altéré limono-argileux
Perméabilité k (en m/s)	5.10^{-6}	Sub-imperméable

La perméabilité obtenue est de l'ordre du 5.10^{-6} m/s au droit de F1 et inférieure à cette valeur minimale, valeur seuil habituellement admise à partir de laquelle un ouvrage d'infiltration peut être envisagé.

A noter également la présence d'une nappe à faible . En conséquence, une solution de gestion classique des eaux pluviales par rejet dans le réseau d'assainissement associée à des ouvrages de tamponnement est à prévoir.

Nous rappelons que les essais de perméabilité de type MATSUO sont des essais ponctuels. Seul un essai de pompage permet de déterminer la perméabilité en grand. Un coefficient de sécurité doit être considéré sur les valeurs mesurées.

III.5. POLLUTION

Lors de notre intervention, nous n'avons détecté aucun indice évident de pollution dans les sondages réalisés (c'est-à-dire sous une forme détectable visuellement ou olfactivement).

Aussi, il n'est toutefois pas impossible que le terrain soit imprégné de substances polluantes.

Rappelons par ailleurs que GEOTEC est missionné pour la réalisation d'un diagnostic initial de pollution qui fait l'objet d'un rapport séparé (2021/07689/NANTS/01).



IV. DEFINITION DU MODELE GEOTECHNIQUE, DU SITE ET DE LA ZIG

IV.1. DEFINITION DE LA ZIG

La zone d'influence géotechnique (ZIG) ne se limite pas qu'à l'emprise intéressée par le projet.

La ZIG intéresse également :

- Les bâtiments existants au Nord et au Sud de la parcelle ;
- La Rue Bernard Crétin-Guesdon à l'Est ;
- Un terrain vague à l'Ouest.



Le terrain présente une pente générale de 2% environ descendante vers le Nord-Ouest.

Le site se situe dans un contexte général de sol exposé au retrait-gonflement des argiles.

IV.2. NIVEAU D'EAU

Lors de nos investigations du 04 et 05/08/2021, des niveaux d'eau non stabilisés en fin de sondage ont été relevés entre 1.8 m et 3.5 m /TA, soit entre les cotes +44.7 NGF et 43.25 NGF.

Rappelons qu'un puits de profondeur 5.7 m/TA a été localisé sur le Nord-Ouest du site, avec un niveau d'eau relevé à 1.7 m/TA le 04/08/2021.

Aucune étude de détermination du NPHE n'a été (à notre connaissance) réalisée sur ce site.

IV.3. DEFINITION DU MODELE GEOTECHNIQUE

Nous avons défini ci-après un modèle géotechnique pour le projet étudié.

Les valeurs des caractéristiques mécaniques ont été retenues de manière prudente.

Formation	Cote du toit de l'horizon	Profondeur	Résistance dynamique apparente	Pression limite	Module pressiométrique	Poids volumique humide (*)
			Rd	Pl*	E _M	γ _h
	NGF	m	MPa	MPa	MPa	kN/m ³
Faciès végétal, sable à graviers	+47.15 à 45.85	0.00 à 0.70-1.5	4.3	-	-	-
Altérite de schiste plus ou moins argileuse	+46.65 à 44.40	0.7-1.5 à 1.7-6.0	7.4	1.0	18	19
Schiste altéré	+46.35 à 44.50	0.6-2.6 à 2.1-4.3	≥ 12	2.5	50	20

(*) valeur estimée d'après nos connaissances et expérience locale

Nota : ces modèles n'impliquent en rien qu'il ne puisse exister d'anomalie de la stratigraphie entre les sondages.



V. ETUDE DES OUVRAGES GEOTECHNIQUES

V.1. FONDATION DE LA STRUCTURE

V.1.1. Principe de fondation – Niveaux d'assise

Le principe de fondation consistera à reporter les charges de la structure par l'intermédiaire de semelles superficielles **isolées**, descendues dans les altérites de schistes variablement argileuses et/ou les schistes altérés moyennant un ancrage **minimal** de 0.30 m au sein de l'horizon tout en respectant une profondeur d'assise minimale de 1,50 m/ niveau RDC.

Pour le projet envisagé, (hypothèse de niveau fini du RDC à la cote +46.60 NGF) l'assise **minimale** définie au droit des sondages se situera aux profondeurs et cotes respectives suivantes :

Sondages	SP1	SP2	SP3	SP4
Cote NGF Sondages	+46.10	+46.10	+47.10	+47.15
Prof. assise (m) / TA	≥ 1.10	≥ 1.10	≥ 2.00	≥ 2.05
Prof. assise (m) / RDC	≥ 1.60	≥ 1.60	≥ 1.50	≥ 1.50
Cote assise (NGF)	$\leq +45.00$	$\leq +45.00$	$\leq +45.10$	$\leq +45.10$

Dans tous les cas, on respectera en tout point une profondeur d'assise minimale de 1,5 m / sol extérieur fini pour tenir compte des risques de retrait / gonflement.

V.1.2. Hypothèses de calculs

Selon les données fournies par le Maître d'Ouvrage, les descentes de charges se présentent comme suit pour ce projet :

- Effort vertical centré sur appui isolé ELS_{QP} : $V_d \leq 150$ kN.

Aucune autre donnée ne nous a été transmise.

V.1.3. Méthodes de justification

Des exemples de dimensionnement ont été réalisés selon l'Eurocode 7 et sa norme d'application nationale (Justification des ouvrages géotechniques – Fondations superficielles - NFP 94-261) de juin 2013, sur la base des valeurs de descentes de charges transmises.

Les calculs ont été réalisés selon « l'approche 2 » au sens de l'Eurocode 7, avec :

- p_{le}^* : pression limite nette équivalente,
- q_{net} : contrainte associée à la résistance nette du terrain sous la fondation = $k_p \times p_{le}^* \times i_\delta \times i_\beta$,
- facteur de portance pressiométrique k_p , défini d'après l'annexe D de la norme NF P 94-261.

Les calculs ont été menés dans le cas de charges verticales centrées, telles que fournies par le Maître d'Ouvrage.

Dans le cas où les charges seraient inclinées, il conviendrait d'appliquer un coefficient minorateur i_δ qui tient compte de l'inclinaison de la charge, de la nature du sol et de l'encastrement requis (cf. les recommandations NF P 94-261).

Les résultats sont présentés dans le tableau ci-après, selon le modèle géotechnique précédent, en considérant un ancrage de 0.3 m minimum dans la couche d'assise, et une fondation totalement comprimée ($A=A'$).

V.1.4. Evaluation de la contrainte du terrain

La contrainte q_{net} du terrain sous la fondation est déterminée comme suit :

$$q_{net} = k_p p_{le}^* i_\delta i_\beta$$

- i_β est le coefficient de réduction lié à la présence d'un talus. Aucune fondation ne devant être implantée en crête de talus, ce coefficient prend la valeur de 1.
- i_δ est le coefficient de réduction lié à l'inclinaison du chargement. Il sera pris égal à 1 ici, du fait de l'absence d'efforts horizontaux appliqués selon les données fournies.

La pression limite nette équivalente prise en compte pour les calculs est la suivante :

Horizon d'assise de fondations	p_{le}^* (MPa)
Altérite de schiste	1.0

Pour les fondations carrées ou filantes, le facteur de portance pressiométrique est déterminé par la formule suivante :

$$k_{p, \frac{B}{L}} = k_{p0} + \left(a + b \frac{D_e}{B} \right) \left(1 - e^{-c \frac{D_e}{B}} \right)$$

La hauteur d'encastrement équivalente D_e est prise égale à la hauteur de la fondation.

V.1.5. Vérification des états-limites de service - Limitation de la charge (ELS)

La vérification du critère de limitation de la charge à l'ELS consiste à vérifier que :

$$V_d - R_0 \leq R_{v;d}$$

Avec :

- V_d : Valeur de calcul de la charge transmise au terrain
- R_0 : Valeur du poids de volume de sol constitué du volume de la fondation sous le terrain, prise à 0, de manière sécuritaire
- $R_{v;d}$: Valeur de calcul de la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle

La valeur de de calcul de la résistance nette du terrain est déduite de la valeur caractéristique de résistance nette $R_{v;k}$ de la manière suivante :

$$R_{v;d} = \frac{R_{v;k}}{\gamma_{R;v}} = \frac{A' q_{net}}{\gamma_{R;v} \gamma_{R;d;v}}$$

Avec :

- A' : Surface effective de la semelle
- q_{net} : Contrainte associée à la résistance nette du terrain sous la fondation
- $\gamma_{R;v}$: Coefficient partiel de calcul de la portance à l'ELS soit 2.3
- $\gamma_{R;d;v}$: Coefficient de méthode associé à la méthode pressiométrique, soit 1.2

La surface effective de la semelle est déterminée comme suit :

$$A' = A \left(1 - 2 \frac{e_B}{B}\right) \times \left(1 - 2 \frac{e_L}{L}\right)$$

Avec :

- A : Aire de la fondation
- e_B : Excentrement du chargement (suivant B)
- e_L : Excentrement du chargement (suivant L)
- B : Largeur de la fondation
- L : Longueur de la fondation

Pour ce cas de fondation, les résultats des calculs sont présentés ci-après :

Massif isolé carré ancré de 0.3 m minimum dans les altérites de schiste	p_{le}^* (MPa)	K_p	q_{net} (kPa)	Charge maxi correspondante		Contrainte à retenir $q'_{ref}^{(2)} - ELS$ (KPa)	Tassement s (cm) associé sous q'_{ref} retenue
				$R_{v;d}$ ELU (kN)	$R_{v;d}$ ELS ⁽¹⁾ (kN)		
0.8	1	1.08	1 080	413	252	250	< 0.5

(1) ELS quasi-permanente

(2) Estimation conventionnelle au sens de la norme NF P 94-261. Valeur limitée pour tenir compte des valeurs des descentes de charges fournies, des variations de compacités de l'horizon d'assise dans l'emprise du projet, et afin de limiter les tassements.

NOTA : Les tassements théoriques calculés s'entendent pour une mise en œuvre des fondations selon les règles de l'Art en accord avec les prescriptions de la NF P 94-261.

On s'assurera que la charge verticale transmise par la fondation superficielle au terrain V_d est inférieure à la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle $R_{v;d}$:

$$V_d - R_0 \leq R_{v;d}$$

Avec :

- R_0 : masse volumique de sol constitué du volume de la fondation sous le terrain après travaux et des sols compris entre la fondation et le terrain après travaux – ici négligé.

On obtient les résultats suivants :

Secteur	B (m) x L (m)	Charge verticale centrée maximale correspondante à la base de la fondation $R_{v;d}$ ELS (kN)	Effort de compression - V_d (kN) (*)	Tassement s calculé sous $R_{v;d}$ E.L.S. (cm)
Bâtiments Massifs isolés	0.8 x 0.8	252	160	$S < 0.5$ cm

(*) effort comprenant le poids de la fondation ($h = 0.6$ m) suivant les dimensions définies et un poids volumique du béton de 25 kN/m^3 .

Les inégalités sont vérifiées.

V.1.6. Dispositions constructives générales

En aucun cas, la largeur des semelles les moins chargées ne sera inférieure à 80 cm pour les semelles isolées, afin d'assurer un bon contact sol / fondation.

Des joints de rupture complets seront créés entre les parties différemment chargées du bâtiment.

V.1.7. Sujétions d'exécution

Compte tenu du caractère sensible au remaniement et à l'eau du sol d'assise, les fonds de fouille dressés avec soin.

Il convient de couler le béton de propreté ou le gros béton dès l'ouverture des fouilles afin d'éviter l'altération ou la décompression du sol d'assise. Le béton des fondations sera ensuite coulé à pleine fouille sur toute la hauteur.

Toute poche de remblai ou de moindre consistance détectée à l'ouverture des fouilles sera purgée et remplacée par un gros béton coulé pleine fouille.

Dans les formations compactes (schistes altérés, ...), les travaux de terrassement pourront nécessiter l'emploi d'engins de forte puissance équipée d'un BRH, ripper par exemple.

Tout vestige (souche d'arbre, ancien ouvrage enterré, ...) sera purgé et remplacé par un gros béton coulé pleine fouille.

Des surprofondeurs de l'horizon d'ancrage ne sont pas à exclure, ce qui nécessitera un gros béton de rattrapage.

En cas d'arrivées d'eau à l'ouverture des fouilles, il conviendra de les assécher par un dispositif adapté à leur importance et à la nature des terrains (drainage, pompage, pointes filtrantes par exemple).

Compte tenu du risque d'éboulement des sols, le blindage des fouilles peut s'avérer nécessaire. Ce matériel devra être présent sur site en phase travaux.

Tous les travaux devront être réalisés selon les règles de l'Art.

V.2. NIVEAU BAS DU BATIMENT

En l'absence d'éléments précis, nous poserons par hypothèse que le niveau fini bas du dallage du bâtiment se situera vers la cote +46.60 NGF (cote moyenne de nos sondages au droit de l'emprise du bâtiment).

Compte-tenu du projet catégorisé dans une zone sensible au retrait-gonflement (aléa moyen), en l'absence d'essais laboratoires complémentaires, et compte-tenu du niveau d'eau élevé dans les sondages, nous préconisons la réalisation d'une dalle portée sur vide sanitaire.

V.3. MISE HORS D'EAU

V.3.1. Phase provisoire

Lors de notre intervention (04 au 05/08/2021), nous avons observé des niveaux d'eau non stabilisés dans les sondages à des profondeurs comprises entre 1.8 m et 3.5 m/TA, soit entre les cotes +44.7 NGF et +43.25 NGF.

Aussi, en fonction de la date de réalisation des terrassements, et des conditions météorologiques, des arrivées d'eau sont à prévoir. Un pompage provisoire **pourra alors être** nécessaire afin d'épuiser ces venues d'eau et d'assécher les fouilles.

Assainissement du site : un drainage du terrain sera réalisé pour assainir le site en phase travaux et/ou provisoire. Il pourra s'agir soit de tranchées drainantes soit de fossés. La pente sera au minimum de 5 mm/m. Ces ouvrages tiendront compte de la topographie du site et seront raccordés à un exutoire dimensionné de manière suffisante et implanté de manière non dangereuse pour le projet et les avoisinants.

V.3.2. Phase définitive

Le niveau d'eau dans le sol est toujours susceptible de remonter en période pluvieuse.

Toute infiltration d'eau au niveau des fondations sera proscrite. Pour ce faire, les eaux de ruissellement et de toiture seront soigneusement collectées (gouttières, contre-pente, ...) et évacuées vers un exutoire dimensionné de manière suffisante et implanté de manière non dangereuse pour les existants et avoisinants.

V.4. VOIRIES

V.4.1. Généralités

En l'absence de données fournies, nous poserons par hypothèse que le projet de voirie est établi sensiblement au niveau du terrain actuel, ce qui implique un unique décapage de surface :

- Décapage du faciès végétal puis de la frange superficielle sur 50 cm minimum, avec de possibles variations d'épaisseurs entre un point et un autre ;
- Purge de toute poche remaniée, végétalisée et/ou remblayée mise à jour en cours de terrassement sur la totalité de son emprise et de son épaisseur.

V.4.2. Extraction

Dans les sols meubles de ce site (sables superficiels) les travaux de terrassement ne poseront pas de problèmes particuliers d'exécution. Les déblais pourront être extraits par des engins à lame ou à godet de forte puissance.

V.4.3. Arase voiries

Au droit des voiries en projet, après décapage du faciès végétal puis de la frange superficielle sur 50 cm minimum, le fond de forme sera constitué par des sables à graviers (classe GTR C1B5) et/ou des altérites de schiste variablement argileuses (classe GTR A1).

Il s'agit de sols sensibles à la situation météorologique.

Ces sols, s'ils se trouvent dans un état hydrique moyen (m), correspondent à une partie supérieure de terrassement PST n° 2, associée à une arase de terrassement de classe 1 (AR1), dans le cas d'un état hydrique humide (h), ces sols correspondent à une PST n°1, AR1.

Toute poche décomprimée, de matériau évolutif ou de moindre consistance rencontrée en fond de forme sera purgée.

Les travaux préparatoires pourront consister en :

- Un drainage,
- La purge des sols d'arase,
- La mise en place d'un géotextile,
- La substitution par une grave naturelle insensible à l'eau compactée,
- Voire la mise en place d'un cloutage par incorporation jusqu'à refus d'éléments concassés 80/150 mm par exemple.

NOTA : Si les travaux ont lieu en période défavorable ou si le fond de forme présentait une teneur en eau trop importante et compte-tenu d'un niveau d'eau élevé, un cloutage du fond de forme et la pose d'un géotextile seront nécessaires. Un traitement du fond de forme pourra également être envisagé. Cette structure de chantier pourra être intégrée à la structure de voirie, après suppression des matériaux pollués par la circulation de chantier.

V.4.4. Couche de forme

La Partie Supérieure des Terrassements (P.S.T.) sera composée :

- sables à graviers de classe GTR C1B5, et/ou des altérites de schiste de classe GTR A1.

Il s'agit de sols sensibles à l'eau, dont la consistance est susceptible de chuter pour de faibles apports en eau.

En fonction des conditions rencontrées au moment des travaux, leur état hydrique peut varier sensiblement et les conditions de portance de ces matériaux peuvent évoluer fortement.

On réalisera donc ces travaux en période sèche préférentiellement.

Le niveau de portance de l'arase sur cet horizon sera étroitement lié à la teneur en eau au moment des travaux.

A titre indicatif, en état hydrique *m (moyen)*, il faudra s'attendre à un niveau de portance **moyenne**, assimilé à des **sols peu déformables portants mais sensibles à l'eau** au sens de la classification du Guide pour la construction des chaussées à faible trafic de Bretagne Pays de la Loire, nécessitant de prévoir la mise en œuvre d'une couche de forme d'épaisseur moyenne.

L'épaisseur de la couche de forme dépendra de la classe du matériau d'apport, et devra permettre d'obtenir une plate-forme de type PF2- (EV2 > 50 MPa).

Sur la base d'un matériau de type R61 ou équivalent, les épaisseurs minimales de matériaux à mettre en œuvre en couche de forme sont les suivantes :

Qualification de la portance de la P.S.T.	Contexte de réalisation	Epaisseur de la couche de forme, pour obtenir une plate-forme de type PF2- (EV2 > 50 MPa), préalable à l'édification des chaussées
Sols peu déformables portants mais sensibles à l'eau	Déblai sans drainage	0.45 m de 0/63
	Déblai avec drainage	0.30 m de 0/63

V.4.5. Prédimensionnement des voiries

En l'absence des caractéristiques exactes du trafic, on retiendra en première hypothèse une classe de trafic T5.

Pour une plate-forme de type PF2- (EV2 > 50 MPa), en référence au « Guide pour la construction des voiries à faible trafic Bretagne – Pays de la Loire » (2002), il pourra être envisagé les structures de chaussée suivantes :

Trafic	T5
Couche de roulement : (BBS : béton bitumineux souple)	6 cm de BBS
Couche de base et de fondation	16 cm de GNT B
Plate-forme	PF2- (EV2 > 50 MPa)

NOTA :

Les structures de chaussée devront être vérifiées en fonction des données de trafics réels, et de la tenue au gel.

L'entreprise pourra proposer des structures différentes si équivalentes, à l'appui de notes techniques.

Lors de la réalisation des travaux, il sera porté la plus grande attention aux points suivants :

- Contrôle du niveau de portance de la plate-forme,
- Respect des épaisseurs,
- Contrôle de la qualité des matériaux mis en œuvre,
- Contrôle de leur compacité.



VI. RECOMMANDATIONS POUR LA MISE AU POINT DU PROJET

Le présent rapport constitue le compte rendu et fixe la fin de la phase Projet de la mission d'étude géotechnique de conception. Cette phase G2PRO confiée à GEOTEC a permis de donner les hypothèses géotechniques à prendre en compte en fonction des données fournies et des résultats des investigations, et présente certains principes d'adaptation au sol des ouvrages géotechniques projetés.

Les principales incertitudes qui subsistent concernent le contexte géotechnique du site et le projet sont notamment :

- Implantation et calage altimétrique définitif du bâtiment
- Les descentes de charge et surcharges sur dallage avec les combinaisons associées ;
- Variations du toit et des caractéristiques mécaniques des différents horizons ;
- Sensibilité des altérites au retrait/gonflement sur un nombre représentatif d'échantillons ;
- Variations du niveau d'eau dans le sol ;
- Les problèmes liés aux terrassements ;
- La traficabilité du fond de forme ;
- Les circulations d'eau superficielle en période pluvieuse, difficilement quantifiables ;
- Agressivité des sols et eaux vis-à-vis des bétons ;
- Les variations (remontée ou approfondissement) du substratum.

Ces incertitudes peuvent avoir une incidence importante sur le coût final des ouvrages géotechniques : il conviendra d'en tenir compte lors de la mise au point du projet. A cet effet, la mise en œuvre de l'ensemble des missions géotechniques (G2 DCE/ACT à G4) devra suivre la présente étude.



Nous restons à l'entière disposition des Responsables du Projet pour tout renseignement complémentaire.

CONDITIONS GENERALES**1. Avertissement, préambule**

Toute commande et ses avenants éventuels impliquent de la part du cocontractant, ci-après dénommé « le Client », signataire du contrat et des avenants, acceptation sans réserve des présentes conditions générales.

Les présentes conditions générales prévalent sur toutes autres, sauf conditions particulières contenues dans le devis ou dérogation formelle et explicite. Toute modification de la commande ne peut être considérée comme acceptée qu'après accord écrit du Prestataire.

2. Déclarations obligatoires à la charge du Client, (DT, DICT, ouvrages exécutés)

Dans tous les cas, la responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en cas de dommages à des ouvrages publics ou privés (en particulier, ouvrages enterrés et canalisations) dont la présence et l'emplacement précis ne lui auraient pas été signalés par écrit préalablement à sa mission.

Conformément au décret n° 2011-1241 du 5 octobre 2011 relatif à l'exécution de travaux à proximité de certains ouvrages souterrains, aériens ou subaquatiques de transport ou de distribution, le Client doit fournir, à sa charge et sous sa responsabilité, l'implantation des réseaux privés, la liste et l'adresse des exploitants des réseaux publics à proximité des travaux, les plans, informations et résultats des investigations complémentaires consécutifs à sa Déclaration de projet de Travaux (DT). Ces informations sont indispensables pour permettre les éventuelles DICT (le délai de réponse est de 15 jours) et pour connaître l'environnement du projet. En cas d'incertitude ou de complexité pour la localisation des réseaux sur domaine public, il pourra être nécessaire de faire réaliser, à la charge du Client, des fouilles manuelles pour les repérer. Les conséquences et la responsabilité de toute détérioration de ces réseaux par suite d'une mauvaise communication sont à la charge exclusive du Client.

Conformément à l'art L 411-1 du code minier, le Client s'engage à déclarer à la DREAL tout forage réalisé de plus de 10 m de profondeur. De même, conformément à l'article R 214-1 du code de l'environnement, le Client s'engage à déclarer auprès de la DDT du lieu des travaux les sondages et forages destinés à la recherche, à la surveillance ou au prélèvement d'eaux souterraines (piézomètres notamment).

3. Cadre de la mission, objet et nature des prestations, prestations exclues, limites de la mission

Le terme « prestation » désigne exclusivement les prestations énumérées dans le devis du Prestataire. Toute prestation différente de celles prévues fera l'objet d'un prix nouveau à négocier. Il est entendu que le Prestataire s'engage à procéder selon les moyens actuels de son art, à des recherches consciencieuses et à fournir les indications qu'on peut en attendre. Son obligation est une obligation de moyen et non de résultat au sens de la jurisprudence actuelle des tribunaux. Le Prestataire réalise la mission dans les strictes limites de sa définition donnée dans son offre (validité limitée à trois mois à compter de la date de son établissement), confirmée par le bon de commande ou un contrat signé du Client.

La mission et les investigations éventuelles sont strictement géotechniques et n'abordent pas le contexte environnemental. Seule une étude environnementale spécifique comprenant des investigations adaptées permettra de détecter une éventuelle contamination des sols et/ou des eaux souterraines.

Le Prestataire n'est solidaire d'aucun autre intervenant sauf si la solidarité est explicitement convenue dans le devis ; dans ce cas, la solidarité ne s'exerce que sur la durée de la mission.

Par référence à la norme NF P 94-500, il appartient au maître d'ouvrage, au maître d'œuvre ou à toute entreprise de faire réaliser impérativement par des ingénieries compétentes chacune des missions géotechniques (successivement G1, G2, G3 et G4 et les investigations associées) pour suivre toutes les étapes d'élaboration et d'exécution du projet. Si la mission d'investigations est commandée seule, elle est limitée à l'exécution matérielle de sondages et à l'établissement d'un compte rendu factuel sans interprétation et elle exclut toute activité d'étude ou de conseil. La mission de diagnostic géotechnique G5 engage le géotechnicien uniquement dans le cadre strict des objectifs ponctuels fixés et acceptés.

Si le Prestataire déclare être titulaire de la certification ISO 9001, le Client agit de telle sorte que le Prestataire puisse respecter les dispositions de son système qualité dans la réalisation de sa mission.

4. Plans et documents contractuels

Le Prestataire réalise la mission conformément à la réglementation en vigueur lors de son offre, sur la base des données communiquées par le Client. Le Client est seul responsable de l'exactitude de ces données. En cas d'absence de transmission ou d'erreur sur ces données, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité.

5. Limites d'engagement sur les délais

Sauf indication contraire précise, les estimations de délais d'intervention et d'exécution données aux termes du devis ne sauraient engager le Prestataire. Sauf stipulation contraire, il ne sera pas appliqué de pénalités de retard et si tel devait être le cas elles seraient plafonnées à 5% de la commande. En toute hypothèse, la responsabilité du Prestataire est dérogée de plein droit en cas d'insuffisance des informations fournies par le Client ou si le Client n'a pas respecté ses obligations, en cas de force majeure ou d'événements imprévisibles (notamment la rencontre de sols inattendus, la survenance de circonstances naturelles exceptionnelles) et de manière générale en cas d'événement extérieur au Prestataire modifiant les conditions d'exécution des prestations objet de la commande ou les rendant impossibles.

Le Prestataire n'est pas responsable des délais de fabrication ou d'approvisionnement de fournitures lorsqu'elles font l'objet d'un contrat de négoce passé par le Client ou le Prestataire avec un autre Prestataire.

6. Formalités, autorisations et obligations d'information, accès, dégâts aux ouvrages et cultures

Toutes les démarches et formalités administratives ou autres, en particulier l'obtention de l'autorisation de pénétrer sur les lieux pour effectuer des prestations de la mission sont à la charge du Client. Le Client se charge d'une part d'obtenir et communiquer les autorisations requises pour l'accès du personnel et des matériels nécessaires au Prestataire en toute sécurité dans l'enceinte des propriétés privées ou sur le domaine public, d'autre part de fournir tous les documents relatifs aux dangers et aux risques cachés, notamment ceux liés aux réseaux, aux obstacles enterrés et à la pollution des sols et des nappes. Le Client s'engage à communiquer les règles pratiques que les intervenants doivent respecter en matière de santé, sécurité et respect de l'environnement : il assure en tant que de besoin la formation du personnel, notamment celui du Prestataire, entrant dans ces domaines, préalablement à l'exécution de la mission. Le Client sera tenu responsable de tout dommage corporel, matériel ou immatériel dû à une spécificité du site connue de lui et non clairement indiquée au Prestataire avant toutes interventions.

Sauf spécifications particulières, les travaux permettant l'accessibilité aux points de sondages ou d'essais et l'aménagement des plates-formes ou grutage nécessaires aux matériels utilisés sont à la charge du Client.

Les investigations peuvent entraîner d'inévitables dommages sur le site, en particulier sur la végétation, les cultures et les ouvrages existants, sans qu'il y ait négligence ou faute de la part de son exécutant. Les remises en état, réparations ou indemnisations correspondantes sont à la charge du Client.

7. Implantation, nivellement des sondages

Au cas où l'implantation des sondages est imposée par le Client ou son conseil, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité dans les événements consécutifs à ladite implantation. La mission ne comprend pas les implantations topographiques permettant de définir l'emprise des ouvrages et zones à étudier ni la mesure des coordonnées précises des points de sondages ou d'essais. Les éventuelles altitudes indiquées pour chaque sondage (qu'il s'agisse de cotes de références rattachées à un repère arbitraire ou de cotes NGF) ne sont données qu'à titre indicatif. Seules font foi les profondeurs mesurées depuis le sommet des sondages et comptées à partir du niveau du sol au moment de la réalisation des essais. Pour que ces altitudes soient garanties, il convient qu'elles soient relevées par un Géomètre Expert avant remodelage du terrain. Il en va de même pour l'implantation des sondages sur le terrain.

8. Hydrogéologie

Les niveaux d'eau indiqués dans le rapport correspondent uniquement aux niveaux relevés au droit des sondages exécutés et à un moment précis. En dépit de la qualité de l'étude les aléas suivants subsistent, notamment la variation des niveaux d'eau en relation avec la météo ou une modification de l'environnement des études. Seule une étude hydrogéologique spécifique permet de déterminer les amplitudes de variation de ces niveaux, les cotes de crue et les PHEC (Plus Hautes Eaux Connues).

9. Recommandations, aléas, écart entre prévision de l'étude et réalité en cours de travaux

Si, en l'absence de plans précis des ouvrages projetés, le Prestataire a été amené à faire une ou des hypothèses sur le projet, il appartient au Client de lui communiquer par écrit ses observations éventuelles sans quoi, il ne pourrait en aucun cas et pour quelque raison que ce soit lui être reproché d'avoir établi son étude dans ces conditions.

L'étude géotechnique s'appuie sur les renseignements reçus concernant le projet, sur un nombre limité de sondages et d'essais, et sur des profondeurs d'investigations limitées qui ne permettent pas de lever toutes les incertitudes inévitables à cette science naturelle. En dépit de la qualité de l'étude, des incertitudes subsistent du fait notamment du caractère ponctuel des investigations, de la variation d'épaisseur des remblais et/ou des différentes couches, de la présence de vestiges enterrés. Les conclusions géotechniques ne peuvent donc conduire à traiter à forfait le prix des fondations compte tenu d'une hétérogénéité, naturelle ou du fait de l'homme, toujours possible et des aléas d'exécution pouvant survenir lors de la découverte des terrains. Si un caractère évolutif particulier a été mis en lumière (notamment glissement, érosion, dissolution, remblais évolutifs, tourbe), l'application des recommandations du rapport nécessite une actualisation à chaque étape du projet notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant l'étape suivante.

L'estimation des quantités des ouvrages géotechniques nécessite, une mission d'étude géotechnique de conception G2 (phase projet). Les éléments géotechniques non décelés par l'étude et mis en évidence lors de l'exécution (pouvant avoir une incidence sur les conclusions du rapport) et les incidents importants survenus au cours des travaux (notamment glissement, dommages aux avoisinants ou aux existants) doivent obligatoirement être portés à la connaissance du Prestataire ou signalés aux géotechniciens chargés des missions de suivi géotechnique d'exécution G3 et de supervision géotechnique d'exécution G4, afin que les conséquences sur la conception géotechnique et les conditions d'exécution soient analysées par un homme de l'art.

10. Rapport de mission, réception des travaux, fin de mission, délais de validation des documents par le client

A défaut de clauses spécifiques contractuelles, la remise du dernier document à fournir dans le cadre de la mission fixe le terme de la mission. La date de la fin de mission est celle de l'approbation par le Client du dernier document à fournir dans le cadre de la mission. L'approbation doit intervenir au plus tard deux semaines après sa remise au Client, et est considérée implicite en cas de silence. La fin de la mission donne lieu au paiement du solde de la mission.

11. Réserve de propriété, confidentialité, propriété des études, diagrammes

Les coupes de sondages, plans et documents établis par les soins du Prestataire dans le cadre de sa mission ne peuvent être utilisés, publiés ou reproduits par des tiers sans son autorisation. Le Client ne devient propriétaire des prestations réalisées par le Prestataire qu'après règlement intégral des sommes dues. Le Client ne peut pas les utiliser pour d'autres ouvrages sans accord écrit préalable du Prestataire. Le Client s'engage à maintenir confidentielle et à ne pas utiliser pour son propre compte ou celui de tiers toute information se rapportant au savoir-faire du Prestataire, qu'il soit breveté ou non, portée à sa connaissance au cours de la mission et qui n'est pas dans le domaine public, sauf accord préalable écrit du Prestataire. Si dans le cadre de sa mission, le Prestataire mettrait au point une nouvelle technique, celle-ci serait sa propriété. Le Prestataire serait libre de déposer tout brevet s'y rapportant, le Client bénéficiant, dans ce cas, d'une licence non exclusive et non cessible, à titre gratuit et pour le seul ouvrage étudié.

12. Modifications du contenu de la mission en cours de réalisation

La nature des prestations et des moyens à mettre en œuvre, les prévisions des avancements et délais, ainsi que les prix sont déterminés en fonction des éléments communiqués par le client et ceux recueillis lors de l'établissement de l'offre. Des conditions imprévisibles par le Prestataire au moment de l'établissement de son offre touchant à la géologie, aux hypothèses de travail, au projet et à son environnement, à la législation et aux règlements, à des événements imprévus, survenant en cours de mission autorisent le Prestataire à proposer au Client un avenant avec notamment modification des prix et des délais. A défaut d'un accord écrit du Client dans un délai de deux semaines à compter de la réception de la lettre d'adaptation de la mission. Le Prestataire est en droit de suspendre immédiatement l'exécution de sa mission, les prestations réalisées à cette date étant rémunérées intégralement, et sans que le Client ne puisse faire état d'un préjudice. Dans l'hypothèse où le Prestataire est dans l'impossibilité de réaliser les prestations prévues pour une cause qui ne lui est pas imputable, le temps d'immobilisation de ses équipes est rémunéré par le client.

13. Modifications du projet après fin de mission, délai de validité du rapport

Le rapport constitue une synthèse de la mission définie par la commande. Le rapport et ses annexes forment un ensemble indissociable. Toute interprétation, reproduction partielle ou utilisation par un autre maître de l'ouvrage, un autre constructeur ou maître d'œuvre, ou pour un projet différent de celui objet de la mission, ne saurait engager la responsabilité du Prestataire et pourra entraîner des poursuites judiciaires. La responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission objet du rapport. Toute modification apportée au projet et à son environnement ou tout élément nouveau mis à jour au cours des travaux et non détecté lors de la mission d'origine, nécessite une adaptation du rapport initial dans le cadre d'une nouvelle mission.

Le client doit faire actualiser le dernier rapport de mission en cas d'ouverture du chantier plus de 1 an après sa livraison. Il en est de même notamment en cas de travaux de terrassements, de démolition ou de réhabilitation du site (à la suite d'une contamination des terrains et/ou de la nappe) modifiant entre autres les qualités mécaniques, les dispositions constructives et/ou la répartition de tout ou partie des sols sur les emprises concernées par l'étude géotechnique.

14. Conditions d'établissement des prix, variation dans les prix, conditions de paiement, acompte et provision, retenue de garantie

Les prix unitaires s'entendent hors taxes. Ils sont majorés de la T.V.A. au taux en vigueur le jour de la facturation. Ils sont établis aux conditions économiques en vigueur à la date d'établissement de l'offre. Ils sont fermes et définitifs pour une durée de trois mois. Au-delà, ils sont actualisés par application de l'indice "Sondages et Forages TP 04" pour les investigations in situ et en laboratoire, et par application de l'indice « SYNTEC » pour les prestations d'études, l'indice de base étant celui du mois de l'établissement du devis.

Aucune retenue de garantie n'est appliquée sur le coût de la mission.

Dans le cas où le marché nécessite une intervention d'une durée supérieure à un mois, des factures mensuelles intermédiaires sont établies. Lors de la passation de la commande ou de la signature du contrat, le Prestataire peut exiger un acompte dont le montant est défini dans les conditions particulières et correspond à un pourcentage du total estimé des honoraires et frais correspondants à l'exécution du contrat. Le montant de cet acompte est déduit de la facture ou du décompte final. En cas de sous-traitance dans le cadre d'un ouvrage public, les factures du Prestataire sont réglées directement et intégralement par le maître d'ouvrage, conformément à la loi n°75-1334 du 31/12/1975. Les paiements interviennent à réception de la facture et sans escompte. En l'absence de paiement au plus tard le jour suivant la date de règlement figurant sur la facture, il sera appliqué à compter dudit jour et de plein droit, un intérêt de retard égal au taux d'intérêt appliqué par la Banque Centrale Européenne à son opération de refinancement la plus récente majorée de 10 points de pourcentage. Cette pénalité de retard sera exigible sans qu'un rappel soit nécessaire à compter du jour suivant la date de règlement figurant sur la facture.

En sus de ces pénalités de retard, le Client sera redevable de plein droit des frais de recouvrement exposés ou d'une indemnité forfaitaire de 40 €.

Un désaccord quelconque ne saurait constituer un motif de non paiement des prestations de la mission réalisées antérieurement. La compensation est formellement exclue : le Client s'interdit de déduire le montant des préjudices qu'il allègue des honoraires dus.

15. Résiliation anticipée

Toute procédure de résiliation est obligatoirement précédée d'une tentative de conciliation. En cas de force majeure, cas fortuit ou de circonstances indépendantes du Prestataire, celui-ci a la faculté de résilier son contrat sous réserve d'en informer son Client par lettre recommandée avec accusé de réception. En toute hypothèse, en cas d'inexécution par l'une ou l'autre des parties de ses obligations, et 8 jours après la mise en demeure visant la présente clause résolutoire demeurée sans effet, le contrat peut être résilié de plein droit. La résiliation du contrat implique le paiement de l'ensemble des prestations régulièrement exécutées par le Prestataire au jour de la résiliation et en sus, d'une indemnité égale à 20 % des honoraires qui resteraient à percevoir si la mission avait été menée jusqu'à son terme.

16. Répartition des risques, responsabilités et assurances

Le Prestataire n'est pas tenu d'avertir son Client sur les risques encourus déjà connus ou ne pouvant être ignorés du Client compte tenu de sa compétence. Ainsi par exemple, l'attention du Client est attirée sur le fait que le béton armé est inévitablement fissuré, les revêtements appliqués sur ce matériau devant avoir une souplesse suffisante pour s'adapter sans dommage aux variations d'ouverture des fissures. Le devoir de conseil du Prestataire vis-à-vis du Client ne s'exerce que dans les domaines de compétence requis pour l'exécution de la mission spécifiquement confiée. Tout élément nouveau connu du Client après la fin de la mission doit être communiqué au Prestataire qui pourra, le cas échéant, proposer la réalisation d'une mission complémentaire. A défaut de communication des éléments nouveaux ou d'acceptation de la mission complémentaire, le Client en assumera toutes les conséquences. En aucun cas, le Prestataire ne sera tenu pour responsable des conséquences d'un non-respect de ses préconisations ou d'une modification de celles-ci par le Client pour quelque raison que ce soit. L'attention du Client est attirée sur le fait que toute estimation de quantités faite à partir de données obtenues par prélèvements ou essais ponctuels sur le site objet des prestations est entachée d'une incertitude fonction de la représentativité de ces données ponctuelles extrapolées à l'ensemble du site. Toutes les pénalités et indemnités qui sont prévues au contrat ou dans l'offre remise par le Prestataire ont la nature de dommages et intérêts forfaitaires, libératoires et exclusifs de toute autre sanction ou indemnisation.

Assurance décennale obligatoire

Le Prestataire bénéficie d'un contrat d'assurance au titre de la responsabilité décennale afférente aux ouvrages soumis à obligation d'assurance, conformément à l'article L.241-1 du Code des assurances. Conformément aux usages et aux capacités du marché de l'assurance et de la réassurance, le contrat impose une obligation de déclaration préalable et d'adaptation de la garantie pour les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède au jour de la déclaration d'ouverture de chantier un montant de 15 M€. Il est expressément convenu que le client a l'obligation d'informer le Prestataire d'un éventuel dépassement de ce seuil, et accepte, de fournir tous éléments d'information nécessaires à l'adaptation de la garantie. Le client prend également l'engagement, de souscrire à ses frais un Contrat Collectif de Responsabilité Décennale (CCRD), contrat dans lequel le Prestataire sera expressément mentionné parmi les bénéficiaires. Par ailleurs, les ouvrages de caractère exceptionnel, voir inusuels sont exclus du présent contrat et doivent faire l'objet d'une cotation particulière. Le prix fixé dans l'offre ayant été déterminé en fonction de conditions normales d'assurabilité de la mission, il sera réajusté, et le client s'engage à l'accepter, en cas d'éventuelle sur-cotation qui serait demandée au Prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. A défaut de respecter ces engagements, le client en supportera les conséquences financières (notamment en cas de défaut de garantie du Prestataire, qui n'aurait pu s'assurer dans de bonnes conditions, faute d'informations suffisantes). Le maître d'ouvrage est tenu d'informer le Prestataire de la DOC (déclaration d'ouverture de chantier).

Ouvrages non soumis à l'obligation d'assurance

Les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède un montant de 15 M€ HT doivent faire l'objet d'une déclaration auprès du Prestataire qui en référera à son assureur pour détermination des conditions d'assurance. Les limitations relatives au montant des chantiers auxquels le Prestataire participe ne sont pas applicables aux missions portant sur des ouvrages d'infrastructure linéaire, c'est-à-dire routes, voies ferrées, tramway, etc. En revanche, elles demeurent applicables lorsque sur le tracé linéaire, la/les mission(s) de l'assuré porte(nt) sur des ouvrages précis tels que ponts, viaducs, échangeurs, tunnels, tranchées couvertes... En tout état de cause, il appartiendra au client de prendre en charge toute éventuelle sur-cotation qui serait demandée au prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. Toutes les conséquences financières d'une déclaration insuffisante quant au coût de l'ouvrage seront supportées par le client et le maître d'ouvrage.

Le Prestataire assume les responsabilités qu'il engage par l'exécution de sa mission telle que décrite au présent contrat. A ce titre, il est responsable de ses prestations dont la défectuosité lui est imputable. Le Prestataire sera garanti en totalité par le Client contre les conséquences de toute recherche en responsabilité dont il serait l'objet du fait de ses prestations, de la part de tiers au présent contrat, le client ne garantissant cependant le Prestataire qu'au-delà du montant de responsabilité visé ci-dessous pour le cas des prestations défectueuses. La responsabilité globale et cumulée du Prestataire au titre ou à l'occasion de l'exécution du contrat sera limitée à trois fois le montant de ses honoraires sans pour autant excéder les garanties délivrées par son assureur, et ce pour les dommages de quelque nature que ce soit et quel qu'en soit le fondement juridique. Il est expressément convenu que le Prestataire ne sera pas responsable des dommages immatériels consécutifs ou non à un dommage matériel tels que, notamment, la perte d'exploitation, la perte de production, le manque à gagner, la perte de profit, la perte de contrat, la perte d'image, l'immobilisation de personnel ou d'équipements.

17. Cessibilité de contrat

Le Client reste redevable du paiement de la facture sans pouvoir opposer à quelque titre que ce soit la cession du contrat, la réalisation pour le compte d'autrui, l'existence d'une promesse de porte-fort ou encore l'existence d'une stipulation pour autrui.

18. Litiges

En cas de litige pouvant survenir dans l'application du contrat, seul le droit français est applicable. Seules les juridictions du ressort du siège social du Prestataire sont compétentes, même en cas de demande incidente ou d'appel en garantie ou de pluralité de défendeurs.

ENCHAÎNEMENT DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE

(Extraits de la norme NF P 94-500 du 30 novembre 2013 – Chapitre 4.2)

Le Maître d'Ouvrage doit associer l'ingénierie géotechnique au même titre que les autres ingénieries à la Maîtrise d'Œuvre et ce, à toutes les étapes successives de conception, puis de réalisation de l'ouvrage. Le Maître d'Ouvrage, ou son mandataire, doit veiller à la synchronisation des missions d'ingénierie géotechnique avec les phases effectives à la Maîtrise d'Œuvre du projet.

L'enchaînement et la définition synthétique des missions d'ingénierie géotechnique sont donnés dans les tableaux 1 et 2. Deux ingénieries géotechniques différentes doivent intervenir : la première pour le compte du Maître d'Ouvrage ou de son mandataire lors des étapes 1 à 3, la seconde pour le compte de l'entreprise lors de l'étape 3.

Enchaînement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'œuvre	Mission d'ingénierie géotechnique (GN) et Phase de la mission		Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendu	Prestations d'investigations géotechniques à réaliser
Étape 1 : Etude géotechnique préalable (G1)		Etude géotechnique préalable (G1) Phase Etude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Etude préliminaire, Esquisse, APS	Etudes géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	Fonctions des données existantes et de la complexité géotechnique
Étape 2 : Etude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Etude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance	Fonction du site et de la complexité du projet (<i>choix constructifs</i>)
	PRO	Etudes géotechniques de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (<i>choix constructifs</i>)
	DCE/ACT	Etude géotechnique de conception (G2) Phase DCE/ACT		Consultation sur le projet de base/choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		
Étape 3 : Etudes géotechniques de réalisation (G3/G4)		A la charge de l'entreprise	A la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Etude de suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Etude (en interaction avec la phase suivi)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution (<i>en interaction avec la phase supervision du suivi</i>)	Etude d'exécution conforme aux exigences du projet, avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels (<i>réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience</i>)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET/AOR	Etude et suivi géotechniques d'exécutions (G3) Phase Suivi (en interaction avec la Phase Etude)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution (<i>en interaction avec la phase Supervision de l'étude</i>)	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage		Fonction du contexte géotechnique observé et du comportement de l'ouvrage et des avoisinants en cours de travaux
A toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié

CLASSIFICATION DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.

ETAPE 1 : ETUDE GEOTECHNIQUE PRELABLE (G1)

Cette mission exclut toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire. Elle comprend deux phases:

Phase Étude de Site (ES)

Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site. - Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).

ETAPE 2 : ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

Cette mission permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases:

Phase Avant-projet (AVP)

Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisinants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques.

Phase Projet (PRO)

Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site. - Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

- Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

Phase DCE / ACT

Elle est réalisée pour finaliser le Dossier de Consultation des Entreprises et assister le maître d'ouvrage pour l'établissement des Contrats de Travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques.

- Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).
- Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

**ETAPE 3 : ETUDES GEOTECHNIQUES DE REALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées)
ETUDE ET SUIVI GEOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)**

Cette mission permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures correctives d'adaptation ou d'optimisation. Elle est confiée à l'entrepreneur sauf disposition contractuelle contraire, sur la base de la phase G2 DCE/ACT. Elle comprend deux phases interactives:

Phase Étude

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques: notamment établissement d'une note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par le contrat de travaux ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, définition et dimensionnement (calculs justificatifs) des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (phasages généraux, suivis, auscultations et contrôles à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).
- Élaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs: plans d'exécution, de phasage et de suivi.

Phase Suivi

- Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude.
- Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).
- Établir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO)

SUPERVISION GEOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

Cette mission permet de vérifier la conformité des hypothèses géotechniques prises en compte dans la mission d'étude et suivi géotechniques d'exécution. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend deux phases interactives:

Phase Supervision de l'étude d'exécution

- Donner un avis sur la pertinence des hypothèses géotechniques de l'étude géotechnique d'exécution, des dimensionnements et méthodes d'exécution, des adaptations ou optimisations des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, du plan de contrôle, du programme d'auscultation et des valeurs seuils.

Phase Supervision du suivi d'exécution

- Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisinants concernés (G3), de l'adaptation ou de l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur (G3).
- Donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO.

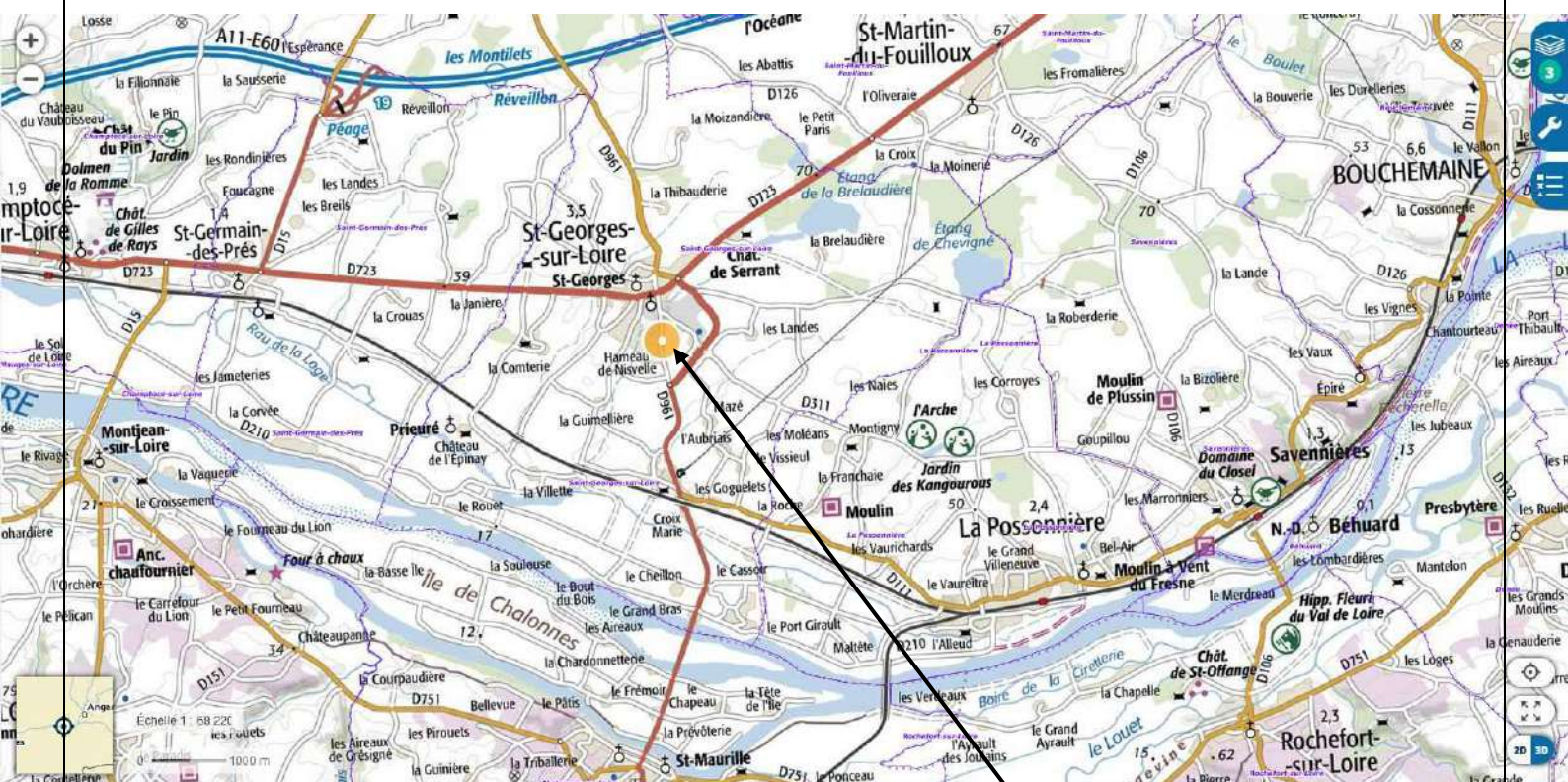
DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE (G5)

Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou ces éléments géotechniques sur les risques géotechniques identifiés ainsi que leurs conséquences possibles pour le projet ou l'ouvrage existant.

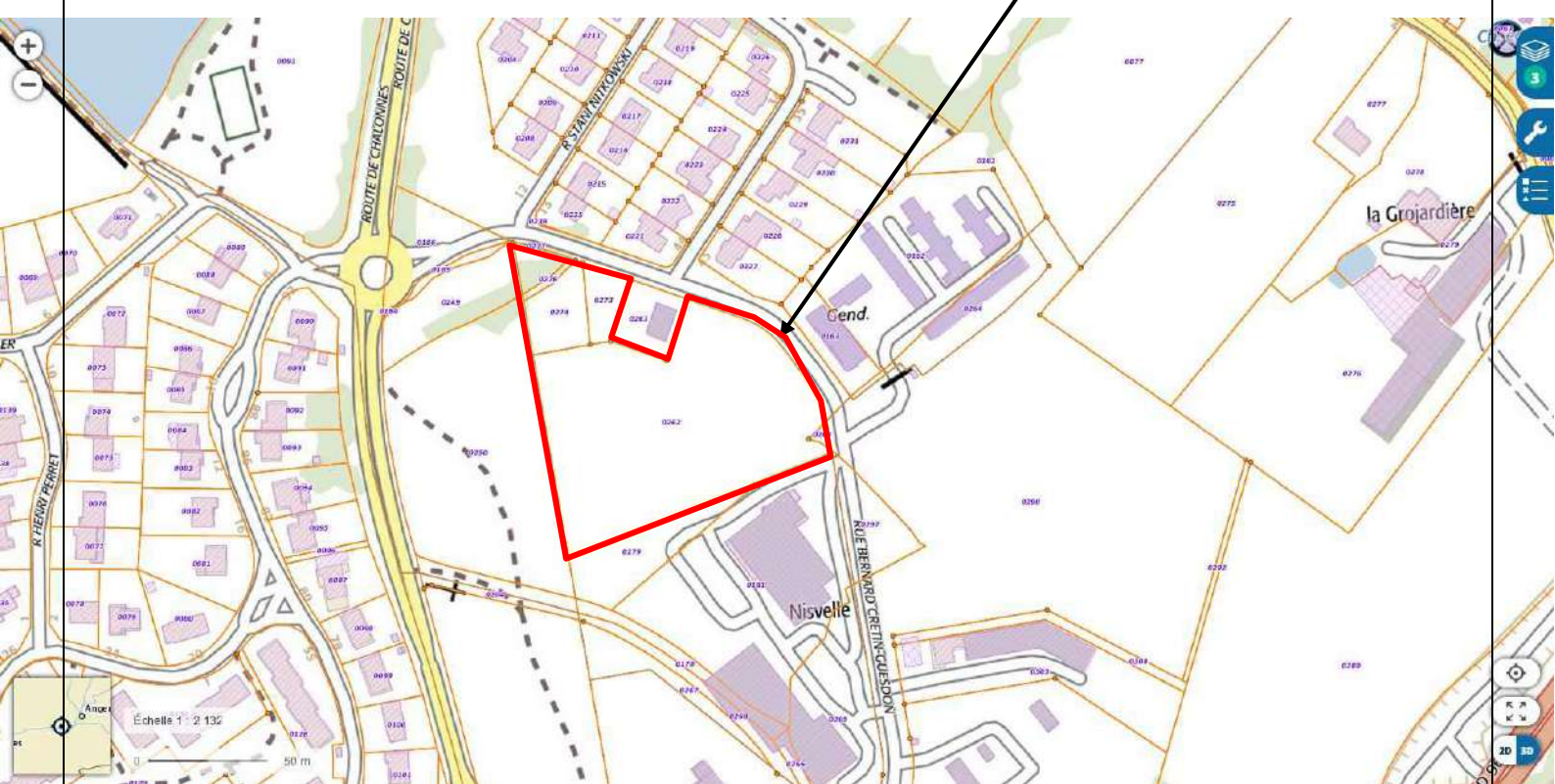
- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant.
- Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).

ANNEXES

Plan de situation



Localisation du site

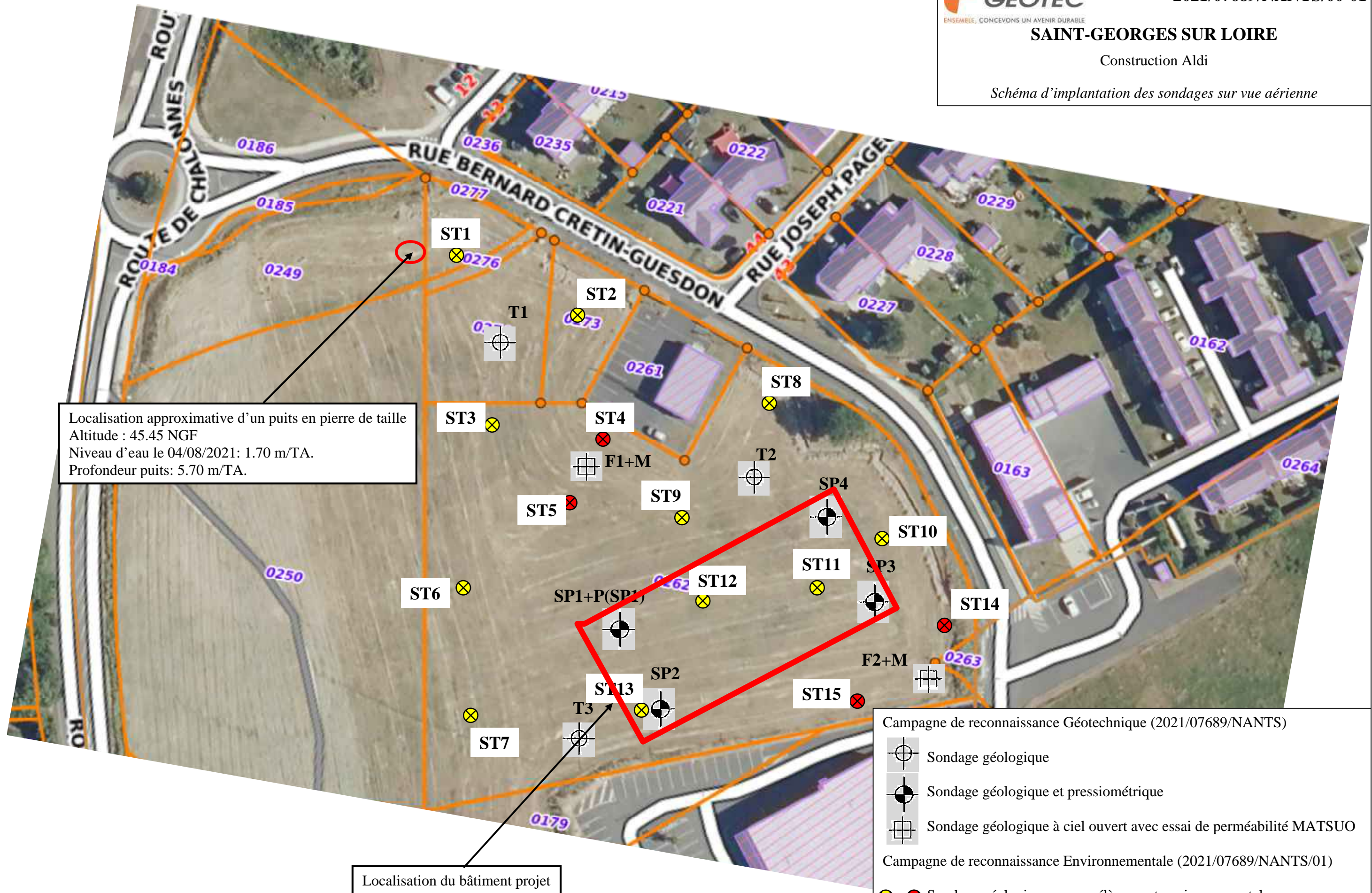




SAINT-GEORGES SUR LOIRE

Construction Aldi

Schéma d'implantation des sondages sur vue aérienne



Campagne de reconnaissance Géotechnique (2021/07689/NANTS)



Sondage géologique



Sondage géologique et pressiométrique



Sondage géologique à ciel ouvert avec essai de perméabilité MATSUO

Campagne de reconnaissance Environnementale (2021/07689/NANTS/01)

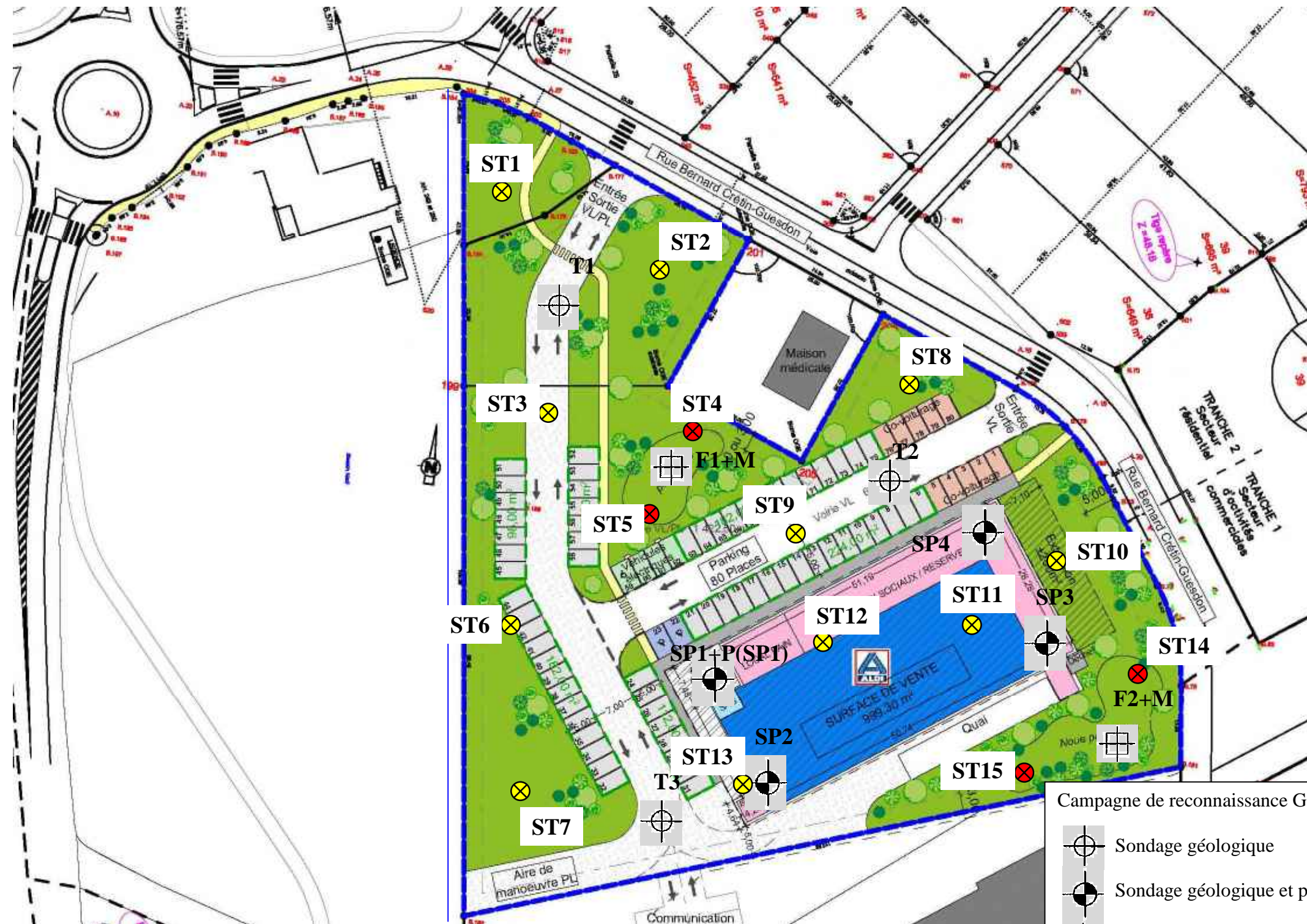


Sondage géologique avec prélèvement environnemental




Echelle approximative : 0 7.5 15 22.5 30 37.5m

Construction Aldi

Schéma d'implantation des sondages sur plan de masse projet



Campagne de reconnaissance Géotechnique (2021/07689/NANTS)

- | | |
|---|--|
|  | Sondage géologique |
|  | Sondage géologique et pressiométrique |
|  | Sondage géologique à ciel ouvert avec essai de perméabilité MATSUO |

Campagne de reconnaissance Environnementale (2021/07689/NANTS/01)

- Sondage géologique avec prélèvement environnemental

Echelle approximative : 0 7.5 15 22.5 30 37.5m

Sondage : SP1

Inclinaison/Verticale :

Date : 05/08/2021

Site : SAINT-GEORGES-SUR-LOIRE

X : 416670.00 L93

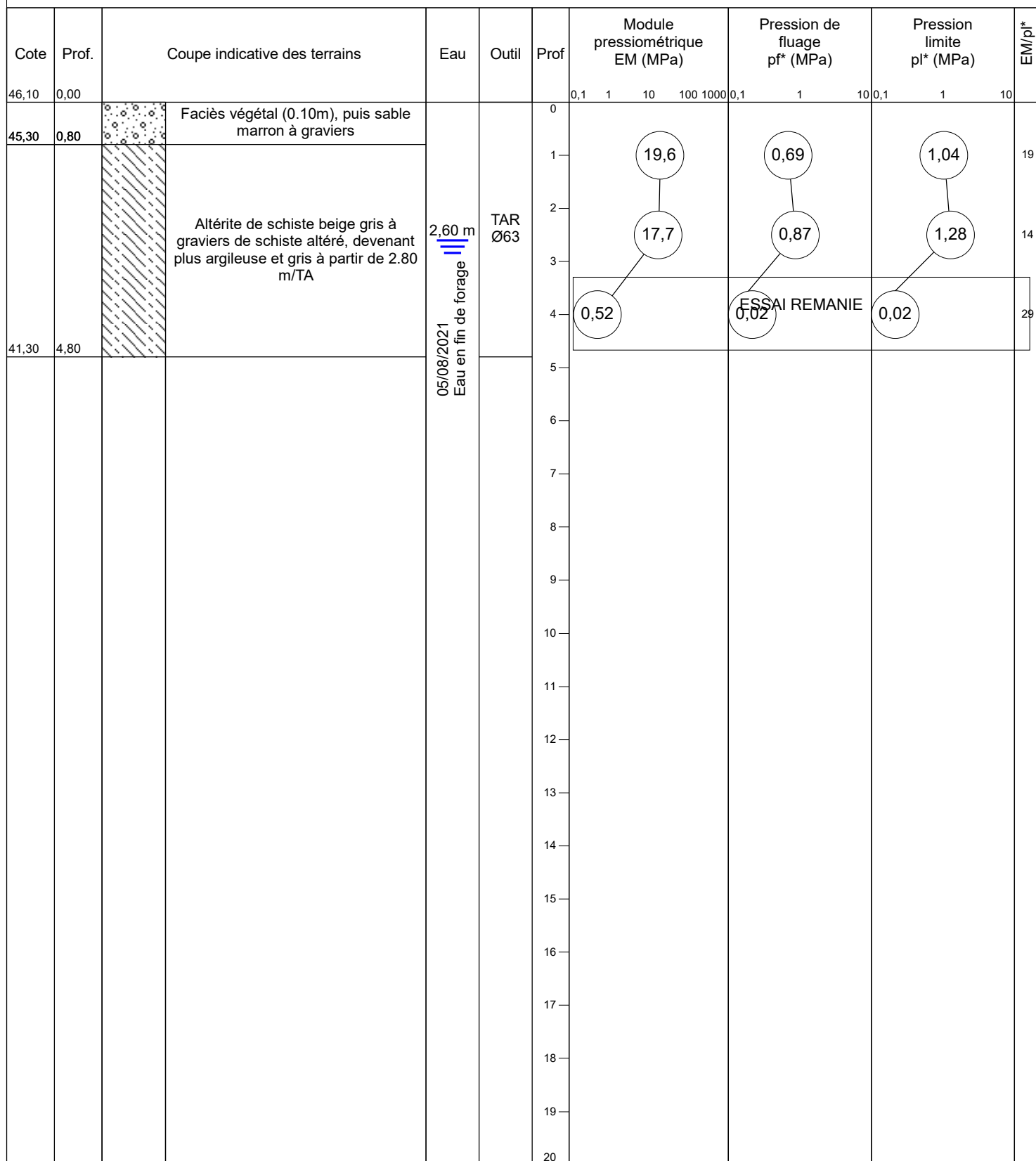
Echelle : 1/100

Y : 6706952.40 L93

Affaire : 2021/07689/NANTS

Z : 46.10 NGF

Page : 1/1



Observations : Venue d'eau en cours de forage à 4.60m/TA. puis niveau en fin de forage à 2.60m/TA.

Eboulement du forage à 4.30m/TA.

Refus du forage à 4.80m/TA.

EXGTE 3.23

Sondage : SP2

Inclinaison/Verticale :

Date : 05/08/2021

Site : SAINT-GEORGES-SUR-LOIRE

X : 416682.40 L93





Echelle : 1/100

Y : 6706937.25 L93

Affaire : 2021/07689/NANTS

Z : 46.10 NGF

Page : 1/1

Cote	Prof.	Coupe indicative des terrains		Eau	Outil	Prof	Module pressiométrique EM (MPa)					Pression de fluage pf* (MPa)			Pression limite pl* (MPa)			EM/pl*
46,10	0,00						0,1	1	10	100	1000	0,1	1	10	0,1	1	10	
45,30	0,80		Faciès végétal (0.10m), puis sable marron à graviers	1,90 m  05/08/2021 Eau en fin de forage	TAR Ø63	0												
						1												12
			Altérite de schiste beige gris à graviers de schiste altéré			2												11
42,00	4,10					3												17
						4												
						5												
						6												
						7												
						8												
						9												
						10												
						11												
						12												
						13												
						14												
						15												
						16												
						17												
						18												
						19												
						20												

Observations : Venue d'eau en cours de forage à 3.60m/TA. puis niveau en fin de forage à 1.90m/TA.

Eboulement du forage à 3.60m/TA.

Refus du forage à 4.10m/TA.

EXGTE 3.23

Sondage : SP3

Inclinaison/Verticale :

Date : 05/08/2021

Site : SAINT-GEORGES-SUR-LOIRE

X : 416723.05 L93




Echelle : 1/100

Y : 6706965.25 L93

Affaire : 2021/07689/NANTS

Z : 47.10 NGF

Page : 1/1

Cote	Prof.	Coupe indicative des terrains		Eau	Outil	Prof	Module pressiométrique EM (MPa)					Pression de fluage pf* (MPa)			Pression limite pl* (MPa)			EM/pl*
47,10	0,00						0,1	1	10	100	1000	0,1	1	10	0,1	1	10	
46,30	0,80		Faciès végétal (0.10m), puis sable marron à graviers	2,40 m	TAR Ø63	0												
			Altérite de schiste beige gris à graviers de schiste altéré			1												18
44,50	2,60					2												13
43,50	3,60		Schiste altéré			3												< 21
				05/08/2021 Eau en fin de forage		4												
						5												
						6												
						7												
						8												
						9												
						10												
						11												
						12												
						13												
						14												
						15												
						16												
						17												
						18												
						19												
						20												

Observations : Venue d'eau en cours de forage à 3.50m/TA. puis niveau en fin de forage à 2.40m/TA.

Bonne tenue des parois du forage.

Refus du forage à 3.60m/TA.

EXGTE 3.23

Sondage : SP4

Inclinaison/Verticale :

Date : 05/08/2021

Site : SAINT-GEORGES-SUR-LOIRE

X : 416714.10 L93



Echelle : 1/100

Y : 6706981.90 L93

Affaire : 2021/07689/NANTS

Z : 47.15 NGF

Page : 1/1

Cote	Prof.	Coupe indicative des terrains		Eau	Outil	Prof	Module pressiométrique EM (MPa)					Pression de fluage pf* (MPa)			Pression limite pl* (MPa)			EM/pl*		
47,15	0,00						0,1	1	10	100	1000	0,1	1	10	0,1	1	10			
46,35	0,80		Faciès végétal (0.10m), puis sable marron à graviers	05/08/2021 Néant	TAR Ø63	0														
			Schiste altéré beige gris à matrice limoneuse devenant légèrement argileuse et grise à partir de 3.50 m/TA			1														20
						2														< 44
						3														
42,85	4,30					4														
						5														
						6														
						7														
						8														
						9														
						10														
						11														
						12														
						13														
						14														
						15														
						16														
						17														
						18														
						19														
						20														

Observations : Aucune venue d'eau en cours de sondage le 05/08/2021.

Bonne tenue des parois du forage.

Refus du forage à 4.30m/TA.

EXGTE 3.23

Inclinaison/Verticale :

Date : 04/08/2021

Echelle : 1/100

Site : SAINT-GEORGES-SUR-LOIRE

X : 416638.10 L93

Y : 6707010.20 L93

Z : 45.90 NGF

Page : 1/1

Affaire : 2021/07689/NANTS

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

Observations : Venue d'eau en cours de forage à 3.00m/TA. puis niveau en fin de forage à 2.40m/TA.

Eboulement du forage à 4.40m/TA.

Refus du forage à 4.60m/TA.

EXGTE 3.23

Sondage : T2

Inclinaison/Verticale :

Date : 04/08/2021

Site : SAINT-GEORGES-SUR-LOIRE

X : 416698.25 L93




Echelle : 1/100

Y : 6706986.75 L93

Affaire : 2021/07689/NANTS

Z : 46.75 NGF

Page : 1/1

Cote	Prof.	Coupe indicative des terrains		Eau	Outil
46,75	0,00				
45,65	1,10		Faciès végétal (0.10), puis sable marron à graviers		
40,75	6,00		Altérite de schiste beige gris à graviers de schiste altéré devenant légèrement argileuse et gris à partir de 4.50 m/TA	3,50 m  04/08/2021 Eau en fin de forage	TAR Ø63

Observations : Venue d'eau en cours de forage à 3.20m/TA. puis niveau en fin de forage à 3.50m/TA.

Eboulement du forage à 5.50m/TA.

Arrêt du forage à 6.00m/TA.

EXGTE 3.23

Inclinaison/Verticale :

Date : 04/08/2021

Echelle : 1/100

Site : SAINT-GEORGES-SUR-LOIRE

X : 416664.90 L93

Y : 6706929.15 L93

Affaire : 2021/07689/NANTS

Z : 45.85 NGF

Page : 1/1

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

Observations : Venue d'eau en cours de forage à 3.50m/TA. puis niveau en fin de forage à 1.80m/TA.

Eboulement du forage à 2.50m/TA.

Refus du forage à 3.60m/TA.

EXGTE 3.23

Inclinaison/Verticale :

Date : 04/08/2021

Site : SAINT-GEORGES-SUR-LOIRE

X : 416659.60 L93

Echelle : 1/100

Y : 6706984.95 L93

Affaire : 2021/07689/NANTS

Z : 46.20 NGF

Page : 1/1

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

Observations : Pas de venue d'eau en cours de sondage.

Bonne tenue des parois.

Arrêt du sondage à 1.70m/TA.

EXGTE 3.23

Inclinaison/Verticale :

Date : 04/08/2021

X : 416736.95 L93

Echelle : 1/100

Y : 6706951.15 L93

Affaire : 2021/07689/NANTS

Z : 46.95 NGF

Page : 1/1

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

Observations : Pas de venue d'eau en cours de sondage.

Bonne tenue des parois.

Arrêt du sondage à 2.10m/TA.

EXGTE 3.23

Pénétromètre : P(SP1)

Effectué conformément à la norme NF P 94-115

Date : 05/08/2021

Site : SAINT-GEORGES-SUR-LOIRE

X : 416670.00 L93

Type : GTP

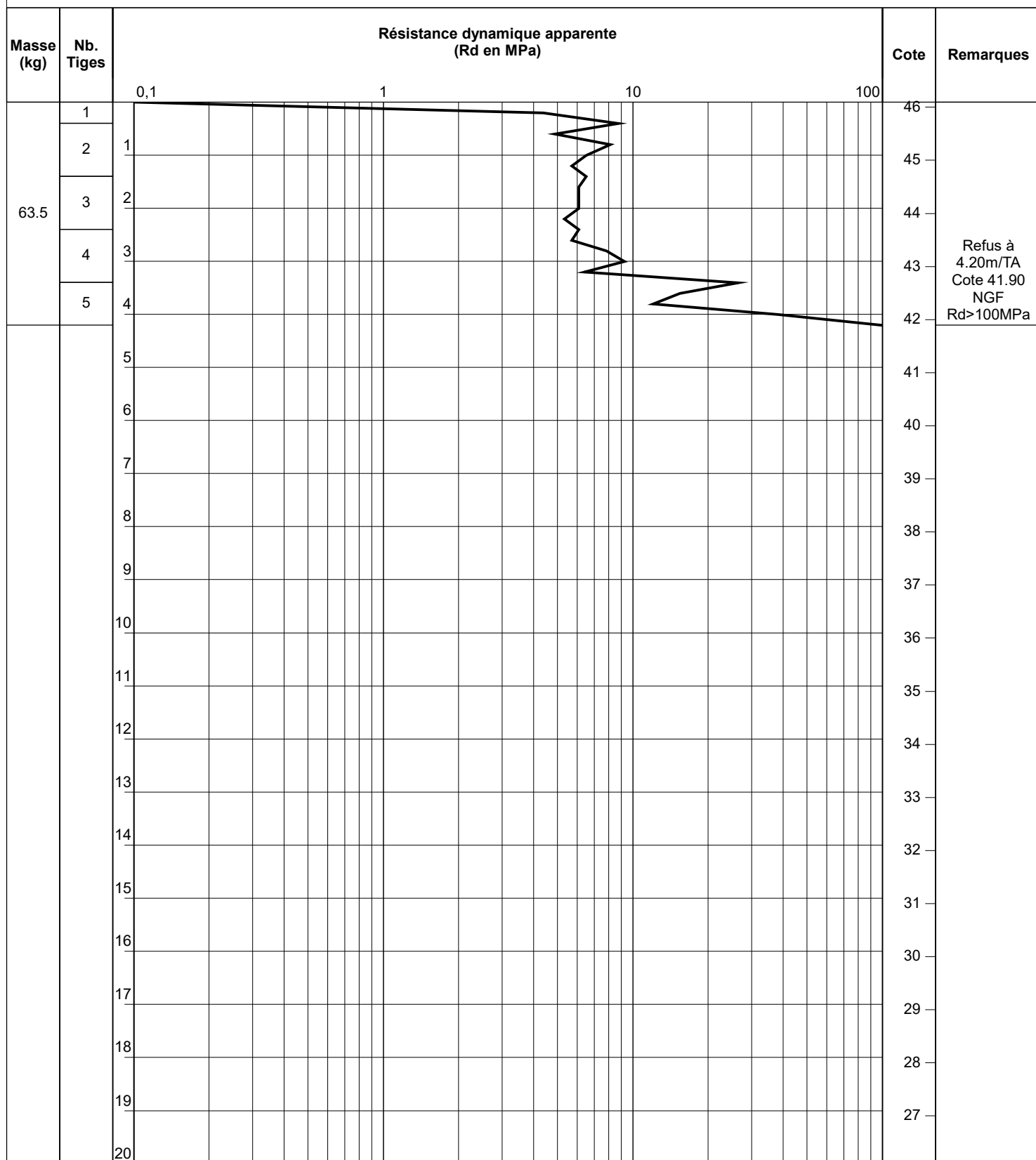
Y : 6706952.40 L93

Echelle : 1/100

Affaire : 2021/07689/NANTS

Z : 46.10 NGF

Page : 1/1



Caractéristiques du pénétromètre dynamique PDB

EXGTE 3.23

Masse mouton : 63.5 kg

Masse enclume : 12.37 kg

Hauteur de chute : 75 cm

Masse de la pointe : 1.05 kg

Section de la pointe : 20.428 cm²

Masse d'une tige : 6.31 kg

Observations :

PROCES-VERBAL ESSAI D'EAU MATSUO										Sondage : F1+M				
										Lieu : ... SAINT-GEORGES-SUR-LOIRE				
										Date : 04/08/2021				

Niveau piézométrique : H_p = Non rencontré	
CAVITE	
Profondeur	P = 1,40 m/TA
Longueur	L = 1,70 m
Largeur	l = 0,40 m
IMPLANTATION DU SONDAGE	X = .. Y = .. Z(NGF) = 46,20 l m NGF

t(min)	0,00	5,00	10,00	15,00	20,00	25,00	30,00	35,00	40,00	50,00	60,00			
H_e	0,62	0,61	0,6	0,590	0,585	0,575	0,57	0,56	0,555	0,54	0,535			
t(min)														
H_e														

charge h(m)

t(s)

FIRME : GEOTEC SA 9 Bd de l'EUROPE 21800 QUETIGNY les DIJON	K= 5E-06 m/s
---	--------------

PROCES-VERBAL ESSAI D'EAU MATSUO										Sondage : F2+M				
										Lieu : ... SAINT-GEORGES-SUR-LOIRE				
										Date : 04/08/2021				

Niveau piézométrique : H_p = Non rencontré	
CAVITE	
Profondeur	P = 1,60 m/TA
Longueur	L = 2,10 m
Largeur	l = 0,45 m
IMPLANTATION DU SONDAGE	X = .. Y = .. Z(NGF) = 46,95 m NGF


t(min)	0,00	5,00	10,00	15,00	20,00	25,00	30,00	40,00	50,00	60,00				
H_e	0,62	0,62	0,62	0,620	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62				
t(min)														
H_e														

charge h(m)

t(s)

FIRME : GEOTEC SA 9 Bd de l'EUROPE 21800 QUETIGNY les DIJON	K= m/s
--	-----------------------------

OULAB-02-v3 - Tableau Récapitulatif des Résultats d'Essais Laboratoire

AFFAIRE	2021/07689/NANTES	Opérateur	MBC	
SITE	SAINT GEORGES SUR LOIRE	Vérificateur	Anthony Lecomte	
Date	20/08/2021			

Sondage	F1	F1				
Profondeur	0,30-0,70m	1,10-1,70m				
Description	Sable marron à graviers et quelques racines (Remblai)	Altérite légèrement argileuse de schiste ocre grisâtre à graviers de schiste altéré				

ESSAIS D'IDENTIFICATION ET DE CLASSIFICATION DES SOLS

Teneur en eau naturelle (0/D)	W _{nat}	(%)	4,6	20,4			
Masse volumique humide	ph	(g/cm ³)					
Masse volumique sèche	pd	(g/cm ³)					
Indice des vides	e						
Degré de saturation	Sr	(%)					

Granulométrie par tamisage - Sédimentométrie

Diamètre maximal	D _{max}	(mm)	60,0	18,0			
Passant à 50 mm	< 50 mm	(%)	93,8	100,0			
Passant à 2 mm	< 2 mm	(%)	81,4	80,4			
Passant à 80 µm	< 80 µm	(%)	16,4	64,1			
Passant à 2 µm	< 2 µm	(%)	-	-			

Valeur au Bleu de Méthylène

Valeur au Bleu de Méthylène	V.B.S	(g/100g)	0,55	1,60			
-----------------------------	-------	----------	------	------	--	--	--

Limites d'Atterberg

Limite de liquidité	W _L	(%)					
Limite de plasticité	W _P	(%)					
Indice de plasticité	I _P						
Indice de consistance	I _C						

Equivalent de sable

Equivalent de sable	SE(10)	(%)					
---------------------	--------	-----	--	--	--	--	--

CLASSIFICATION (G.T.R 92 et NF P 11-300)

C1B5

A1

ANALYSES CHIMIQUES

Teneur en matières organiques	MO	(%)					
Teneur en carbonates	CaCO ₃	(%)					

ESSAIS DE COMPACTAGE ET DE PORTANCE

Teneur en eau à l'OPN	W _{opn}	(%)					
Densité sèche à l'OPN	pd (W _{opn})	(g/cm ³)					
Indice Portant Immédiat à l'OPN	IPI (W _{opn})						
Indice Portant Immédiat à W _{nat}	IPI (W _{nat})						
Indice CBR Immédiat à W _{nat}	ICBR (W _{nat})						

ESSAIS DE PERMEABILITE

Coefficient de perméabilité	k	(m/s)					
-----------------------------	---	-------	--	--	--	--	--

ESSAIS TRIAXIAUX

Type UU	Cohésion	C _{uu}	(kPa)				
	Angle de frottement	Φ _{uu}	(°)				
Type CU+U	Cohésion	C'	(kPa)				
	Angle de frottement	Φ'	(°)				

CISAILLEMENT RECTILIGNE DIRECT A LA BOITE

Type UU	Cohésion	C _{uu}	(kPa)				
	Angle de frottement	Φ _{uu}	(°)				
Type CD	Cohésion	C'	(kPa)				
	Angle de frottement	Φ'	(°)				

COMPRESSIBILITE A L'OEDOMETRE

Contrainte de préconsolidation	σ _p	(kPa)					
Indice de compression	C _c						
Indice de gonflement	C _s						

GONFLEMENT A L'OEDOMETRE

Pression de gonflement	σ _g	(kPa)					
Rapport de gonflement	R _g						

RETRAIT LINEAIRE

Limite de retrait effectif	W _{Re}	(%)					
Facteur de retrait effectif	R _i						

ESSAIS SUR LES ROCHES ET GRANULATS

Essai Los Angeles	LA						
Essai Micro-Deval	MDE						
Coefficient de dégradabilité	DG						
Coefficient de fragmentabilité	FR						
Résist. à la compression uniaxiale	σ _c	MPa					
Module de Young	E	MPa					
Coefficient de Poisson	ν						
Résistance à la traction indirecte	σ _{tb}	MPa					

AFFAIRE	2021/07689/NANTES
SITE	SAINT GEORGES SUR LOIRE
Date	20/08/2021
Opérateur	MBC
T°C de séchage	105°C
Sédimentométrie	NON

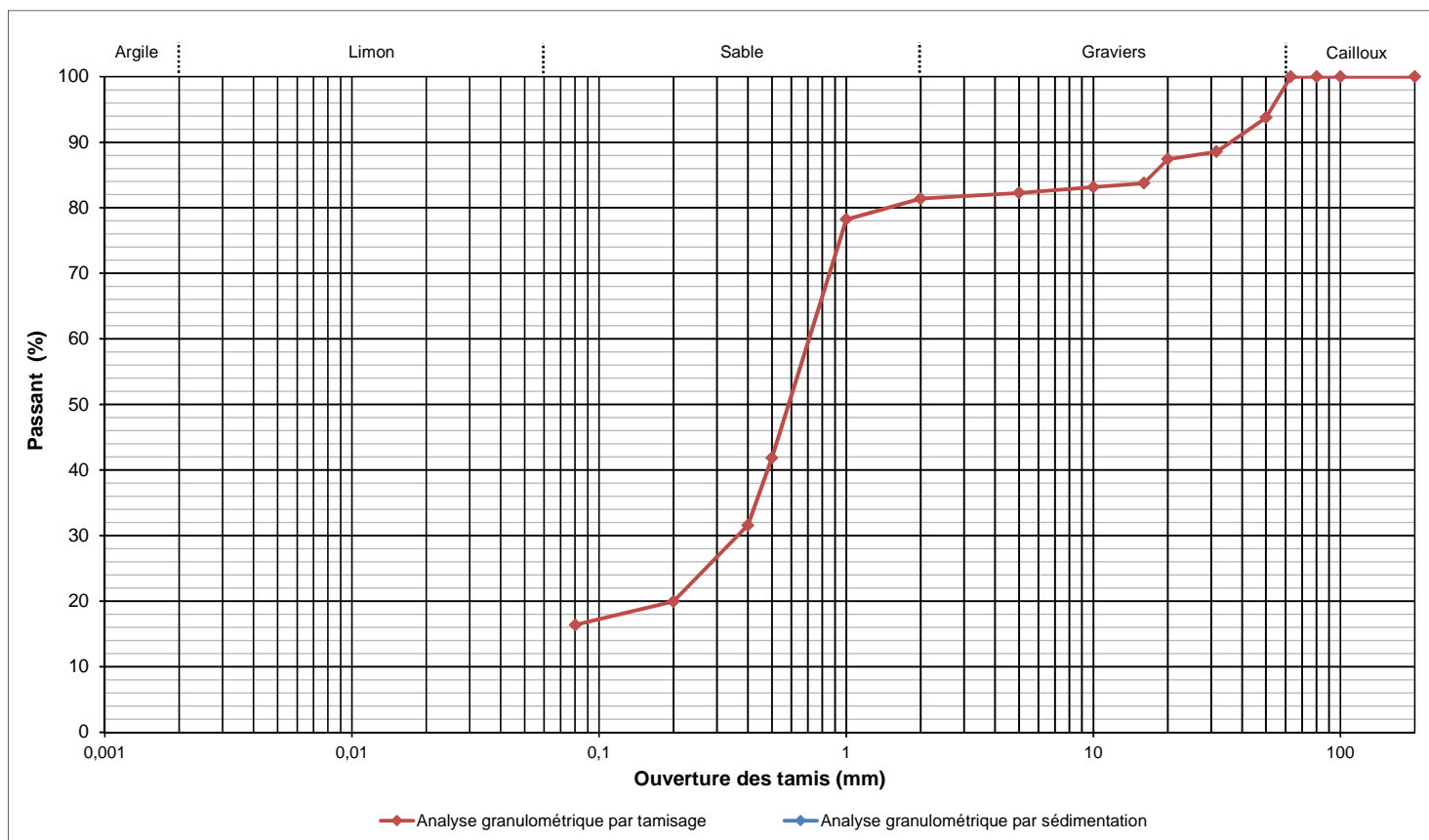
W% sur 0/D (NF P 94-050)		4,6
W% sur 0/20 (NF P 94-050)		5,3
Dmax (mm)		60,0
Passants (en %)	50 mm	93,8
	2 mm	81,4
	80 µm	16,4
	2 µm	-
VBS (NF P 94-068)		0,55

Sondage	F1
Profondeur	0,30 - 0,70 m

Description	Sable marron à graviers et quelques racines (Remblai)
--------------------	---

Ø tamis (mm)	200	100	80	63	50	31,5	20	16	10	5	2	1	0,5	0,4	0,2	0,08
Passant (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	93,8	88,6	87,4	83,8	83,2	82,3	81,4	78,2	41,8	31,6	19,9	16,4

Ø tamis (µm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Passant (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Densimètre	H ₀ (cm) =	-	H ₁ (cm) =	-	h ₁ (cm) =	-	V _d (cm ³) =	-
Facteurs correcteurs	Cm =	-	Cd =	-	Eprouvette : A (cm ²) =	-		
Masse volumique des grains (g/cm³)	estimée	-						

Temps de lecture (min)	R	T°C	Ct	D (%)	D (µm)
0,5	-	-	-	-	-
1	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-
240	-	-	-	-	-
1440	-	-	-	-	-

Observations	
---------------------	--

AFFAIRE	2021/07689/NANTES
SITE	SAINT GEORGES SUR LOIRE
Date	20/08/2021
Opérateur	MBC
T°C de séchage	105°C
Sédimentométrie	NON

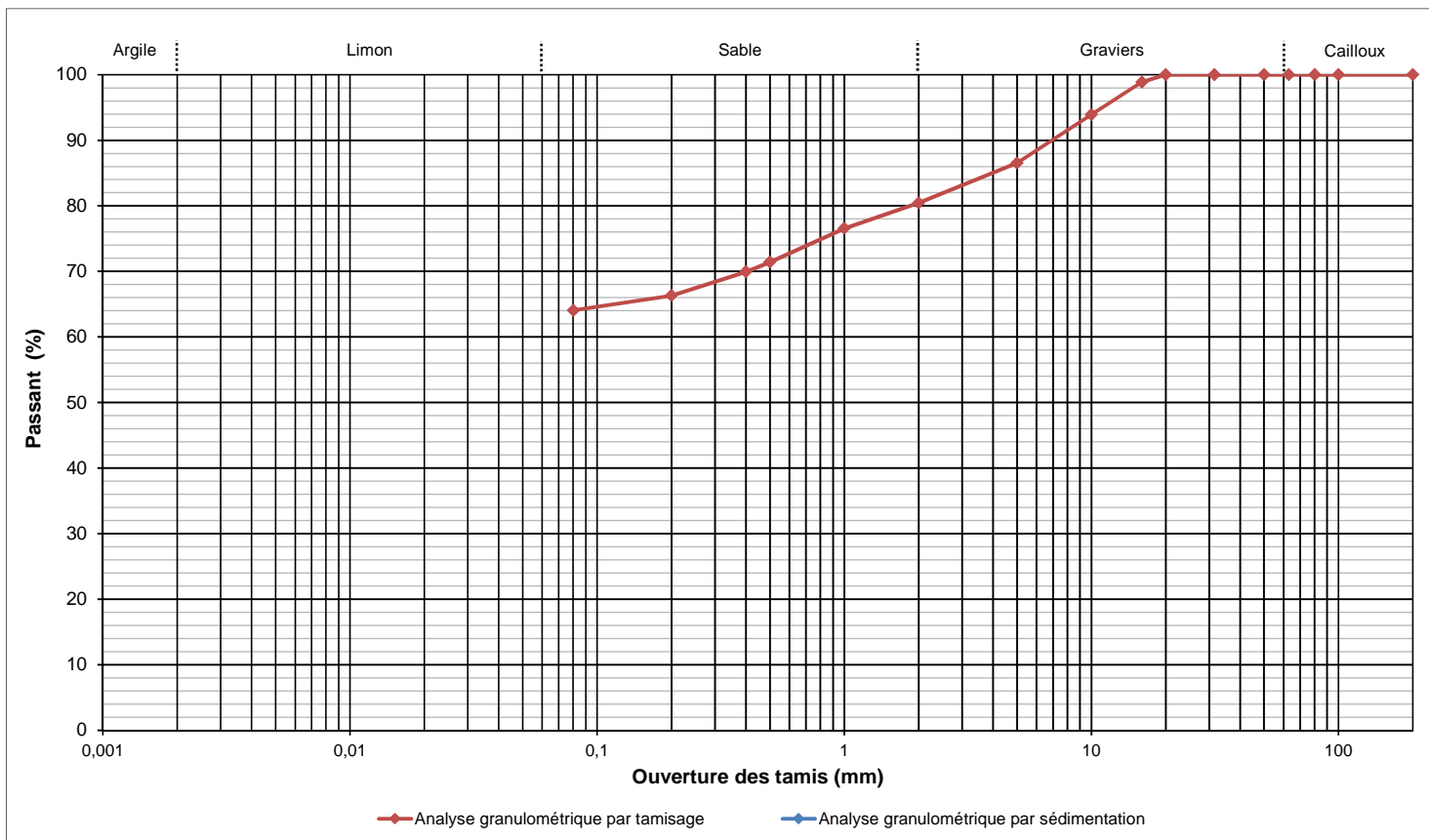
W% sur 0/D (NF P 94-050)		20,4
W% sur 0/20 (NF P 94-050)		-
Dmax (mm)		18,0
Passants (en %)	50 mm	100,0
	2 mm	80,4
	80 µm	64,1
	2 µm	-
VBS (NF P 94-068)		1,60

Sondage	F1
Profondeur	1,10 - 1,70 m

Description	Altérite légèrement argileuse de schiste ocre grisâtre à graviers de schiste altéré
--------------------	---

Ø tamis (mm)	200	100	80	63	50	31,5	20	16	10	5	2	1	0,5	0,4	0,2	0,08
Passant (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,9	93,9	86,5	80,4	76,6	71,4	69,9	66,3	64,1

Ø tamis (µm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Passant (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Densimètre	H ₀ (cm) =	-	H ₁ (cm) =	-	h ₁ (cm) =	-	V _d (cm ³) =	-
Facteurs correcteurs	Cm =	-	Cd =	-	Eprouvette : A (cm ²) =	-		
Masse volumique des grains (g/cm³)	estimée	-						

Temps de lecture (min)	R	T°C	Ct	D (%)	D (µm)
0,5	-	-	-	-	-
1	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-
240	-	-	-	-	-
1440	-	-	-	-	-

Observations	
---------------------	--

Annexe 2 : Extraits du dossier de déclaration loi sur l'eau de la ZAC des Fougères (Source : ALTER)

DEPARTEMENT DU MAINE & LOIRE

SOCIÉTÉ D'EQUIPEMENT DU DÉPARTEMENT
DE MAINE ET LOIRE

ETUDE LOI SUR L'EAU

Commune de ST GEORGES SUR LOIRE

ZAC DES FOUGERES

AMÉNAGEMENT DU PARC D'ACTIVITÉS

COMMERCIALES ET D'UN QUARTIER RESIDENTIEL

DOSSIER D'INCIDENCE

1. DOSSIER DE DECLARATION

Au titre des articles 5.3.0 et 2.7.0 de la nomenclature
de la loi sur l'eau 92.3 du 3 janvier 1992



Sté AMENAGEMENT PIERRES & EAU
76 ter, rue Lionnaise - 49 100 ANGERS
Tél : 02.41.20.91.00 - Fax : 02.41.88.53.94
e.mail : PIERRES.EAU@wanadoo.fr
Site Internet : <http://www.pierres-eau.com>

01 LSE 524

8/01/2002

-otel SD Pierres d'eau.
arrêté Nageas - dépot
dossier Police eau.

Commune de St GEORGES S/LOIRE
Place de l'Hôtel de Ville

49170 - ST GEORGES SUR LOIRE

5/12/02

SD / Mme Dupas pour
DDA.

o réceptionné Nageas
12 Août 2002.

OK / Nageas.
pas de prescription
particulière
+ faire le récépissé
à SD.

DESTINATAIRES

- SODEMEL
- Direction Départementale de l'Agriculture
- Direction Départementale de l'Équipement
- Mairie

Angers, le 17 décembre 2001

5. CHAPITRE

MESURES COMPENSATOIRES

5.1.MESURES COMPENSATOIRES PROPOSÉES

Dans toute opération d'urbanisme, l'aménageur dispose d'un panel important de techniques douces pour appréhender, selon sa sensibilité, la maîtrise du ruissellement des eaux pluviales en milieu urbain.

En règle générale, ces techniques reposent sur trois principes fondamentaux :

- Réduire la production d'eau de ruissellement notamment en favorisant l'infiltration et le stockage temporaire
- Ralentir les écoulements résiduels par l'allongement du cheminement de l'eau
- Réduire la charge polluante des écoulements

Cependant, ces principes ne sont applicables que lorsque les terrains du projet reposent sur des sols perméables.

Comme nous en avons fait état lors de l'étude du contexte géologique, les terrains concernés par l'ensemble du projet sont de nature argileuse et reposent sur un substratum schisteux plus ou moins altéré.

La mise en place de procédés d'infiltration sur place des eaux pluviales n'est pas adapté à ce type de sol, présentant de par sa situation en position de versant, une topographie assez marquée.

- Pente Nord Est - Sud Ouest à 1,6 %
- Pente Sud Est - Nord Ouest à 1,50 %

Aussi compte tenu de ces paramètres géologiques et topographiques, l'aménageur a retenu la conception d'un réseau de collecte des eaux pluviales classiques par collecteur enterré se rejetant dans les bassins enherbés partiellement secs à l'intérieur d'une zone non constructible.

Ces bassins dit d'orage et de décantation auront pour objectifs multiples :

1. Ecrêtement du flux en cas de forte pluviométrie préalablement au rejet dans le milieu naturel
2. Décantation du flux avant son rejet dans le milieu naturel
3. Confiner une éventuelle pollution accidentelle

5.2. CARACTERISTIQUES DES BASSINS

Le bassin sec est de tous les aménagements d'hydrauliques douces , le plus aisément intégral à l'intérieur d'un aménagement paysager.

La création d'un bassin de ce type n'impose pas à la collectivité, la mise en place d'une clôture technique onéreuse et inesthétique, mais au contraire, il améliore le cadre de vie des riverains pour ce faire, il doit répondre à certains impératifs de sécurité et de salubrité.

En fonction de la topographie, du tracé viaire de la découpe des lots cessibles, l'aménageur a prévu sur le projet de la zone d'activités de FOUGERES et du lotissement résidentiel, 3 bassins de volumes respectifs de :

- 350 m³ pour le bassin n° 1
- 600 m³ pour le bassin n° 2
- 1600 m³ pour le bassin n° 3

Les bassins n° 2 et n° 3 ont été positionnés à l'intérieur de la zone "non édificandi" en rive de la Route Départementale n° 961.

Cette zone devant préserver un angle de vue sur l'abbaye, ne devra en aucun cas être plantée de végétaux dont la hauteur excéderait 0,60 m.

Le bassin n° 1 sera positionné à l'intérieur du périmètre de la zone d'activités.

Les bassins n° 1 et n° 2 collecteront les eaux du versant Nord de la zone d'activités et du lotissement résidentiel.

Le bassin n° 3 collectera lui les eaux de la zone d'activités.

Les débits de fuite pris en compte par l'aménageur pour le dimensionnement des bassins ont été établis sur une période de retour de 10 ans.

Les principales caractéristiques de ces bassins sont résumées dans le tableau ci-après :

N° Bassin	Surface desservie m ²	Surface active m ²	Débit entrant (GCA Ingénierie) m ³ /s	Débit de fuite m ³ /s	Volume préconisé m ³	Profondeur m	Surface emprise m ²
N° 1	18 535	8 806	0,320	0,195	350	0,50	± 700/800
N° 2	48 414	22 996	0,586	0,215	600	0,50	± 1000/1200
N° 3	115 290	61 103	1,314	0,435	1 600	0,50	± 3000/3200

La sortie de ces bassins sera équipée d'un système de vanne qui permettra au secours, d'isoler temporairement le bassin du milieu naturel afin de confiner une éventuelle pollutions.

5.3. CONCEPTION GENERALE DES BASSINS

Comme indiqué dans le tableau précédent les bassins amont, une faible profondeur 0,50 m/0,60 m

Les pentes de talus projetés seront extrêmement douces de l'ordre de 1 pour 10.

Les bassins (*fond et talus*) seront enherbés avec du phalaris roseau ou fétique réseau Kysi, cette végétation devra être maintenue sur une hauteur de 0,15 m pour assurer un piégeage maximum de la pollution particulaire.

La mise en place d'un engazonnement doit tenir compte d'une résistance à l'arrachement tout en maintenant le sol en place (*herbe des bermudes, le puéraire hirsute, le paturin des prés, le bronne inerme*).

Les bassins doivent pouvoir permettre l'aménagement d'espaces verts, mais les plantes installées doivent s'adapter aux différents régimes d'écoulement des eaux mais également ne pas dépasser le niveau du terrain naturel de plus de 0,60 m (*rapport de synthèse - mars 2001*).

Il serait souhaitable d'éviter les arbres à feuilles caduques dont l'accumulation risque d'obturer les ouvrages. Les résineux plantes jeunes résistent à la pollution saisonnière (*sols de déverglaçage*) ainsi que les pollution par métaux lourds.

A proximité des exutoires des bassins, il est important de réaliser un petit barrage poreux (*enrochement revêtu de terre végétale*) pour retenir les sédiments.

L'ouvrage de sortie des bassins doit être équipé d'une vanne en fonte à volant avec obturation métallique afin de pouvoir très rapidement isoler le bassin en cas de pollution.

Pour les bassins 2 et 3, une section à l'intérieur de l'espace libre enherbé pourrait être réalisée sous forme de noues enherbées en substitution à un collecteur béton enterré.

5.4. LES NOUES ENHERBEES

5.4.1. PRINCIPE DES NOUES ENHERBEES

Les fossés permettent de réguler les eaux de ruissellement en les infiltrant dans le sol ou en ralentissant leur écoulement.

Dans le cas de la présente étude dont le site repose majoritairement sur le substratum schisteux, seule la seconde définition sera applicable, nous appelons donc ces ouvrages fossés de rétention.

Ces fossés sont utilisés depuis très longtemps pour servir d'exutoire naturel à l'eau ruisselant sur les voiries en milieu naturel.

Des fossés larges et peu profonds, appelés "noues", assurent les mêmes fonctions et présentent en plus un avantage paysager certain. Ces dépressions localisées apportent un effet d'esthétique là où elles sont implantées en combinant les mouvements de terre, la verdure et la végétation arbustive.

AVANTAGES	INCONVENIENTS
<ul style="list-style-type: none">- Diminution des réseaux à l'aval du projet (<i>diminution des Ø et des longueurs</i>)- Gain financier à l'aval de la zone assainie (<i>diminution Ø et longueur</i>)- Diminution du risque d'inondation par réduction des volumes et des flux- Délimitation de l'espace- Possibilité d'être intégrée comme espace paysager- Utilisation possible en aire de jeux et loisirs (<i>vélos, jeux de ballons</i>)	<ul style="list-style-type: none">- Entretien régulier spécifique indispensable (<i>type espaces verts</i>)- Risque d'accident en période de remplissage- Emprise foncière gelée pouvant être importante

5.4.2. CONCEPTION DES FOSSES ET NOUES

La conception des noues doit faire l'objet d'une concertation dès l'origine du projet entre les différents partenaires afin de convenir et implanter au mieux cette technique.

Les principales étapes de cette étude sont les suivantes :

- Etude de faisabilité
 - Foncier disponible
 - Caractéristique d'occupation et aménagement du site
 - Emplacement des noues et leur usage
 - Espaces drainés et leurs usagers
 - Les espaces verts
 - La topographie
 - Caractéristiques du sol support
 - Capacité d'absorption
 - Comportement du sol en présence d'eau
 - Hydrogéologie
 - Hydrologie
 - Débit maximal admissible du projet
 - La pluviométrie
 - L'imperméabilisation des surfaces drainés par la noue
 - Le choix des végétaux et les équipements
 - Cloisons
 - Regards, orifices

La réalisation des noues ne demande pas une technicité particulière avec cependant pour règle première d'y limiter les apports de fines.

L'entretien des noues doit être considéré comme celui des espaces verts et entretenu comme tel. Il est important de les entretenir avec soins sous peine de les voir se transformer en fossés champêtres envahis de végétation ou en égout à ciel ouvert avec odeurs nauséabondes et développement d'insectes tels que les moustiques, ce qui génère le mécontentement des riverains.

Pour palier à ces risques, il est nécessaire de prévoir un entretien préventif qui consiste à :

- Tondre le gazon de manière régulière
- Arroser le gazon et la végétation en période sèche
- Ramasser régulièrement les feuilles et détritiques
- Curer les orifices de sortie des noues (*en particulier après une forte précipitation*)

5.4.3. DESCRIPTION SOMMAIRE D'UNE "NOUE" ENHERBEE

La noue se présente sous la forme d'un fossé de surface, peu profond avec des rives à faible pente (*maximum 5 %*).

La pente longitudinale idéale est de 1 %.

La largeur de rive à rive sera de l'ordre de 5,00 m.

La profondeur maximale de la "noue" doit être inférieure à 0,40 m.

La surface totale de la "noue" (*rives et fond*) peut être également enherbée avec du phalaris roseau ou fétique roseau KY 31, cette végétation doit être maintenue à une hauteur de 0,15 m pour assurer un piégeage maximum de la pollution particulaire.

La mise en place d'un engazonnement doit tenir compte d'une résistance à l'arrachement tout en maintenant le sol en place (*herbe des bermudes, le puéraire hirsute, le pâturin des prés, le brome inerme*) (*Foncler Conseil 1991*).

Les noues lorsqu'elles sont larges et peu profondes peuvent permettre l'aménagement d'espaces verts mais les plantes installées doivent s'adapter aux différents régimes d'écoulement de l'eau à l'intérieur de la "noue".

Il sera souhaitable d'éviter les arbres à feuilles caduques dont l'accumulation risque d'obstruer l'ouvrage. Les résineux plantés jeunes résistent à la pollution saisonnière (*sels de déverglaçage*) ainsi que la pollution aux métaux lourds (*Thomachot M 1981*).

A la jonction de la "noue" avec le bassin collecteur sur un linéaire de 5 mètres, il est important de réaliser un fossé encaissé pour favoriser la vidange complète de la "noue".

Si la pente longitudinale est trop importante, il est intéressant de réaliser des micro-barrages en enrochement ou en rondins (*voir croquis*).

CHAPITRE

MOYENS PREVUS DE SURVEILLANCE

EN CAS DE

DEVERSEMENT ACCIDENTEL

SURVEILLANCE ET INTERVENTION EN CAS D'INCIDENT OU D'ACCIDENT

Au niveau du fossé enherbé ou "noue", les mesures à suivre en cas d'accident avec déversement de produits polluants consisteront dans un premier temps à isoler rapidement la zone enherbée avant sa propagation dans les bassins de rétention. Dans un second temps, obturer le bassin de rétention du milieu naturel (*vanne ou système d'isolement*).

Cette intervention sera effectuée par les Services techniques de la Municipalité de St GEORGES SUR LOIRE qui pourront ensuite faire appel à une Société d'assainissement (*ou autre selon la nature des produits déversés*), afin d'éliminer la pollution retenue dans l'horizon de surface de la "noue" ou dans le bassin.

Selon le type d'incident et la gravité de celui-ci, d'autres services pourront intervenir tels que les services des secours, les services de la D.D.E., la police, la protection civile, etc...

Statiquement, ce type de pollution accidentelle est extrêmement rare sur le réseau routier départemental et à fortiori sur les zones d'activités et résidentielles.

La lutte contre cette pollution est d'autant plus efficace que le délai de mise en place des méthodes de confinement du produit déversé est réduit.

Les regards décanteurs sur le réseau de collecte des eaux pluviales devront être nettoyés par une entreprise spécialisée tous les 3 mois environ.

Le non entretien de ces regards peut réduire leur efficacité à néant et de plus, d'une part provoquer un dégagement de mauvaises odeurs dues à la rétention de certaines matières fermentescibles, et d'autre part subir une obturation rapide et un débordement du réseau, qui peut avoir selon la topographie des conséquences importantes sur les propriétés en aval (*inondation temporaire des caves au sous-sol*).

Les vannes équipant les canalisations d'exhaure des trois bassins devront être périodiquement vérifiées par la service technique de la ville de ST GEORGES SUR LOIRE afin d'être immédiatement opérationnelle en cas de pollution du réseau Eaux Pluviales amont.

Le nettoyage des paniers doit être fréquent sous peine d'obtenir une obturation rapide et un risque de débordement du réseau.



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PREFECTURE DE MAINE-ET-LOIRE

DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'AGRICULTURE
ET DE LA FORÊT DE MAINE ET LOIRE
Service de l'environnement de la forêt
et de l'aménagement de l'espace rural

Affaire suivie par : M. DUPASQUIER

Réf : 10159

Tél. : 02 41 79 67 90

RECEPISSE

Le préfet de Maine-et-Loire
chevalier de la Légion d'honneur
officier de l'ordre national du Mérite

Vu le code de l'environnement, notamment le titre 1^{er} du livre II;

Vu le décret n° 93-742 du 29 mars 1993 relatif aux procédures d'autorisation et de déclaration prévues par les articles L. 214-1 à L. 214-11 du code de l'environnement;

Vu le décret n° 93-743 du 29 mars 1993 modifié par le décret n° 99-736 du 27 août 1999 relatif à la nomenclature des opérations soumises à autorisation ou à déclaration ;

Vu la déclaration du 19/01/02 de M. le maire de ST-GEORGES-SUR-LOIRE concernant la création de la Z.A.C. des Fougères sur la commune de ST-GEORGES-SUR-LOIRE

Vu l'arrêté préfectoral SCIM BCAC n° 2001-742 du 3 décembre 2001 portant délégation de signature à M. Louis BLANNIC, Directeur départemental de l'agriculture et de la forêt de Maine et Loire,

Donne récépissé à : M. le maire de ST-GEORGES-SUR-LOIRE

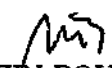
Mairie

49170 ST-GEORGES-SUR-LOIRE

de sa déclaration relative aux rejets d'eaux pluviales dans les eaux superficielles ou dans un bassin d'infiltration (rubrique 5.3.0-2° de la nomenclature susvisée).

En application de l'article 33 du décret, n° 93.742 du 29 mars 1993 relatif aux procédures d'autorisation et de déclaration prévues par l'article 10 de la loi n° 92.3 du 3 janvier 1992 sur l'eau, toute modification apportée par le déclarant à l'ouvrage, l'installation, à son mode d'utilisation, à la réalisation des travaux ou à l'aménagement en résultant, ou à l'exercice de l'activité ou à leur voisinage, et de nature à entraîner un changement notable des éléments du dossier de déclaration initiale doit être portée avant sa réalisation à la connaissance du préfet qui peut exiger une nouvelle déclaration.

Fait à ANGERS, le 12/08/02
Pour le préfet et par délégation
P/le D.D.A.F. absent
L'Adjoint au Directeur


Patrick CAZIN-BOURGUIGNON