

ETUDE GEOTECHNIQUE

Missions G1 ES et PGC

Etude de la sensibilité des argiles au
phénomène de retrait-gonflement

Lieu-Dit le Rivage
Commune de Saint-Ay (45)



Dossier 3702106 - Février 2021



6 Avenue de Chavailles
33520 BRUGES

CLIENT

NOM	NEGOCIM
ADRESSE	6 Avenue de Chavailles 33520 BRUGES
INTERLOCUTEUR	Mme Isabelle PONT

ECR ENVIRONNEMENT

CHARGE D'ETUDES	Aghiles HAMENNI
CHARGE D'AFFAIRES	Alexis FRANCOIS

DATE	INDICE	OBSERVATION / MODIFICATION	REDACTEUR	VERIFICATEUR
26/02/2021	01	Rapport initial	A. HAMENNI	A. FRANCOIS

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	3
1.1. OBJET DE LA PROPOSITION	3
1.2. DOCUMENTS REMIS POUR L'ETUDE.....	3
1.3. PRESENTATION DU SITE ET DU PROJET	3
1.3.1. <i>Cadre du projet</i>	3
1.3.2. <i>Présentation du projet</i>	6
1.4. CONTEXTE GEOLOGIQUE LOCALE	7
1.4.1. <i>Cadre géologique</i>	7
1.4.2. <i>Sismicité</i>	7
1.4.3. <i>Retrait-gonflement des sols</i>	8
1.4.4. <i>Hydrogéologie</i>	1
1.4.5. <i>Cavités</i>	1
1.4.6. <i>Inondations</i>	2
1.5. INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES	2
1.6. IMPLANTATION ET NIVELLEMENT	2
2. RESULTATS DES INVESTIGATIONS	3
2.1. CARACTERISTIQUES LITHOLOGIQUES.....	3
2.2. RESULTATS DES ESSAIS EN LABORATOIRE	3
2.3. HYDROGEOLOGIE / NIVEAUX PIEZOMETRIQUES	5
3. PRECONISATION POUR LES LOTS A BATIR	6
3.1. SENSIBILITE DES SOLS AU PHENOMENE DE RETRAIT-GONFLEMENT	6
3.2. PRECONISATIONS.....	6
3.3 PROFONDEURS D'ASSISE DES FONDATIONS ET CONTRAINTES ADMISSIBLES	7
4. CONDITIONS PARTICULIERES.....	9

ANNEXES

- Annexe 1 : Extrait de la norme NF P 94-500 (2 pages)
- Annexe 2 : Implantation des sondages (1 page)
- Annexe 3 : Résultats des investigations in situ (7 pages)
- Annexe 4 : Résultats des analyses en laboratoire (5 pages)



1. INTRODUCTION

1.1. Objet de la proposition

A la demande de la société **NEGOCIM** [6, Avenue de Chavailles, 33520 BRUGES], ECR Environnement a réalisé une étude géotechnique dans le cadre de l'**aménagement de 13 lots, lot - n° 61, n° 85 à 96 - section ZK - tranche 4**, au droit du lotissement « **le Rivage** » sur la commune de **Saint-Ay (45)**.

Elle répond au bon de commande du client acceptant notre proposition technique et financière n°**3702699 du 04/01/2021**.

Les investigations ont eu lieu le 29/01/2021.

Le présent rapport rend compte des résultats de cette étude et a pour objectif de caractériser la nature des sols à l'emplacement défini des lots et d'apprécier leur sensibilité au phénomène de retrait-gonflement.

Par référence à la classification des « Missions géotechniques normalisées » (Norme NFP 94-500), la présente étude est de type **G1 ES et PGC** [Etude géotechnique de conception – Phase Avant-Projet], et voit de ce fait l'étendue de sa mission limitée aux prestations correspondantes.

1.2. Documents remis pour l'étude

Afin de mener à bien nos investigations, il nous a été fourni les documents suivants :

- l'adresse du site ;
- un plan de masse du lotissement (permis d'aménager).

1.3. Présentation du site et du projet

1.3.1. Cadre du projet

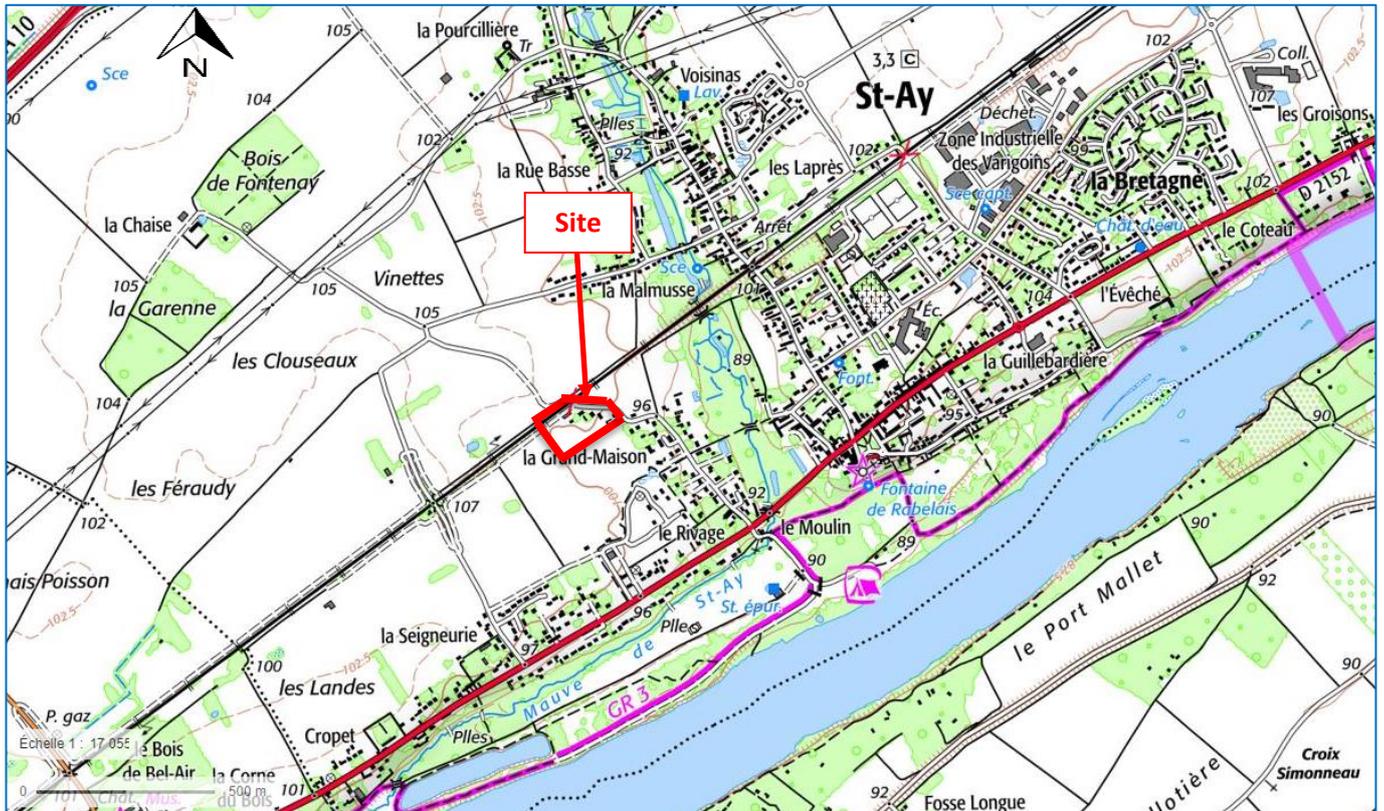
Le projet concerne l'**aménagement de 13 lots, lot - n° 61 ; 85 à 96 - section ZK - tranche 4** du lotissement « **le Rivage** », au lieu-dit le Rivage, sur la commune de Saint-Ay (45).

Lors de notre intervention en Janvier 2021, le site correspondait à des parcelles dénudées relativement planes, avec présence

Le plan de situation, la localisation et les photographies des lots sont présentés en pages suivantes.

Nous avons réalisé l'étude des tranches 1 à 3 en février 2020 (dossier ECR Environnement n°37021504)





Plans de situation – Source : www.geoportail.gov.fr



Localisation des 13 lots étudiés – Source : NEGOCIM



Photographie des parcelles

1.3.2. Présentation du projet

Le projet concerne l'aménagement de 13 lots, lot – n° 61 ; n° 85 à 96 - section ZK - tranche 4, au lieu-dit le Rivage, sur la commune de Saint-Ay (45).

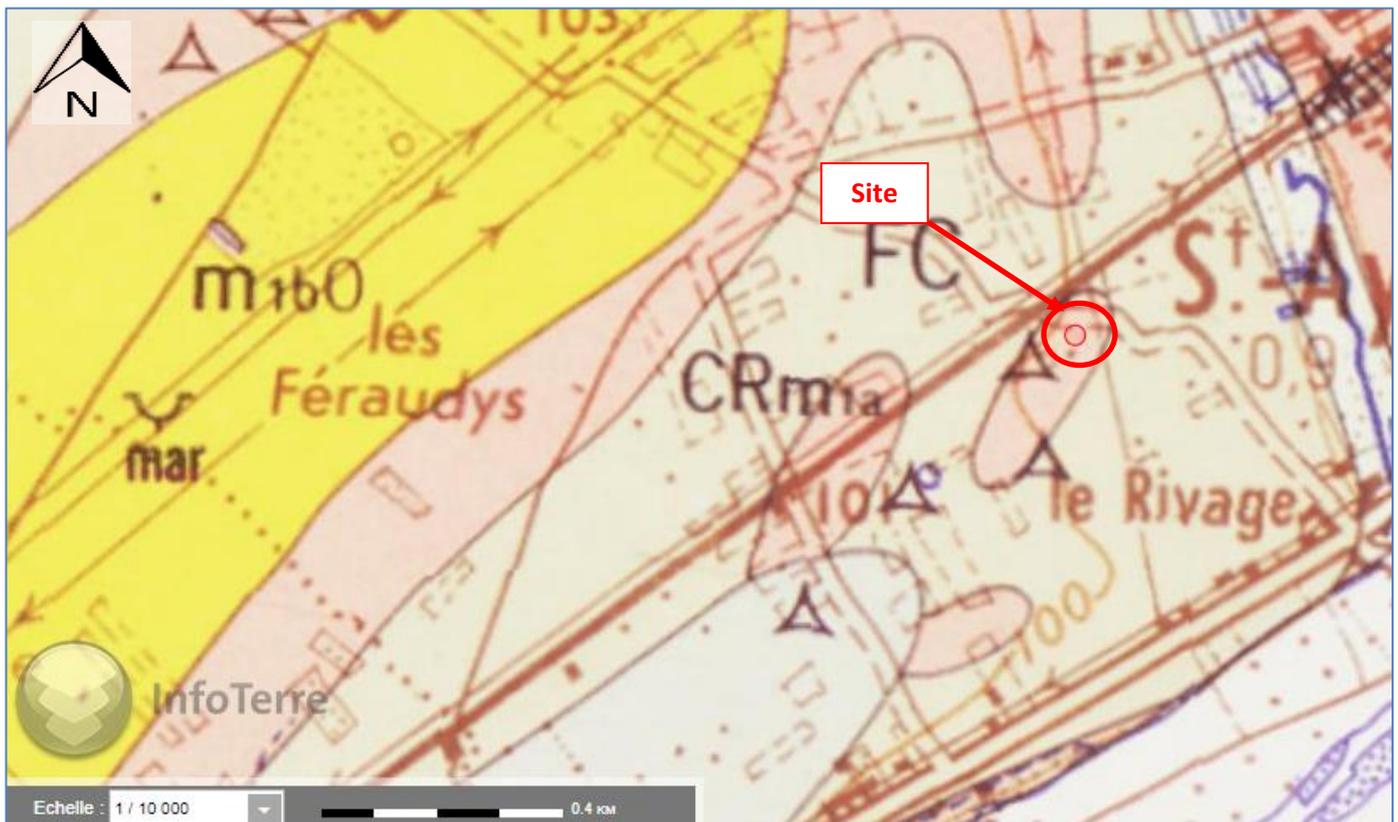
A ce jour, aucun projet n'est défini et nous ne disposons d'aucun plan de masse des constructions projetées sur les parcelles étudiées.

1.4. Contexte géologique locale

1.4.1. Cadre géologique

D'après la carte géologique de BEAUGENCY (n°397) au 1/50000 (*source : www.infoterre.brgm.fr*) et notre expérience du secteur, la succession géologique attendue au droit du lotissement « le Rivage » est la suivante (cf. extrait de la carte géologique ci-après) :

- Eventuels remblais non mentionnés sur la carte géologique du BRGM,
- Formations de recouvrement non mentionnées sur la carte du BRGM,
- Dépôts de ruissellement et solifluxion sablo-argileux, souvent caillouteux. Fini-Würm à moderne - FC,
- Pellicule mince d'âge wurmien : quelques décimètres de FC caillouteux sur formation calcaire de Beauce fragmentée et altérée - CRm_{1a}.

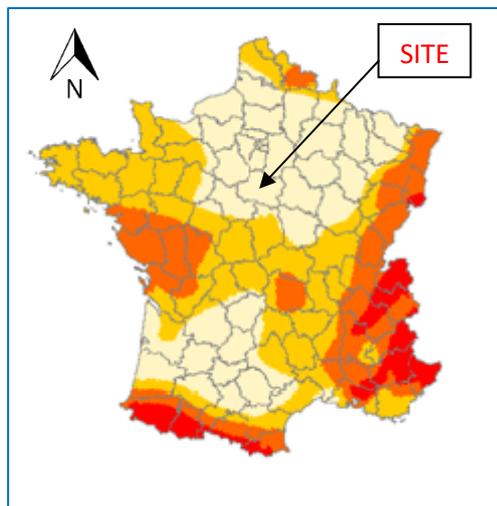


Contexte géologique – Source : www.infoterre.brgm.fr

1.4.2. Sismicité

Le zonage sismique de la France (datant d'octobre 2010 et entré en vigueur le 01/05/2011) classe la commune de Saint-Ay (45) en zone **d'aléa sismique 1** (aléa très faible-accélération $a_g = 0.4 \text{ m/s}^2$).

La carte et le tableau présentés ci-après résument ces éléments :



Zone de sismicité et niveau d'aléa	$a_{gr}(m/s^2)$
1 – Très faible	0,4
2 - Faible	0,7
3 - Modéré	1,1
4 - Moyenne	1,6
5 - Forte	3

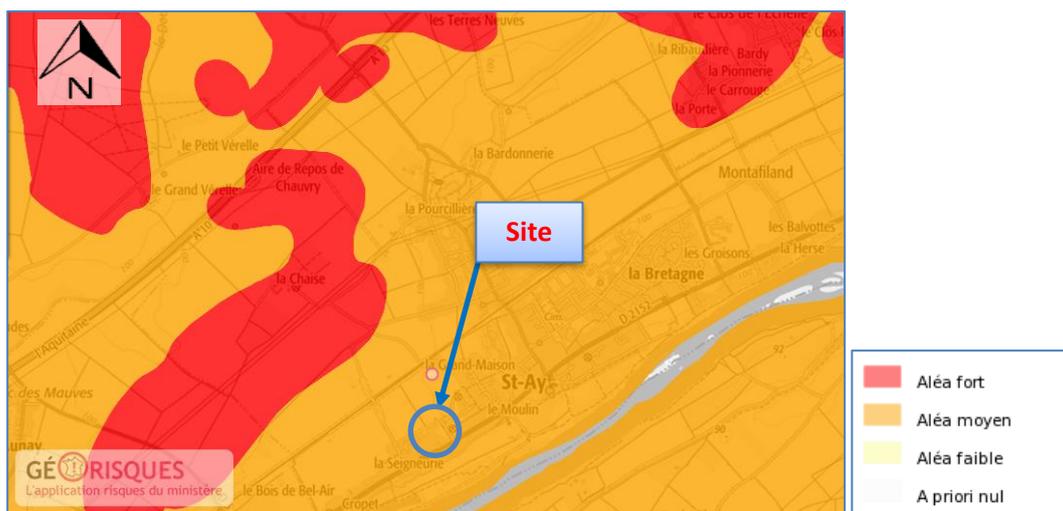
Carte du zonage sismique et tableau des accélérations correspondantes

source : www.georisques.gouv.fr

1.4.3. Retrait-gonflement des sols

D'après la carte d'aléa retrait-gonflement des argiles entrée en vigueur le 1^{er} janvier 2020 (source : www.georisques.gouv.fr), le terrain étudié est situé dans une zone **d'aléa moyen** (cf. carte ci-après).

D'après les données officielles du Portail de la Prévention des Risques Majeurs (cf. <https://www.georisques.gouv.fr/>), la commune de Saint-Ay (45) est concernée par le risque de retrait-gonflement des argiles. Elle a fait l'objet de **3 arrêtés de l'état de catastrophe naturelle** : **1 arrêté** lié aux mouvements de terrains consécutifs à la sécheresse et **2 arrêtés** liés aux mouvements de terrains consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols.

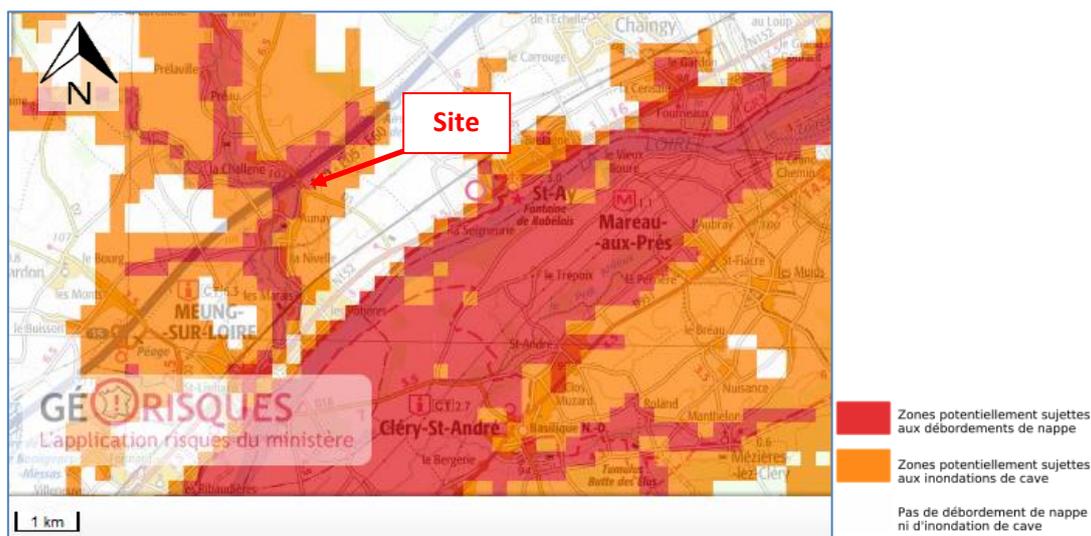


Aléa retrait-gonflement des argiles – Source : www.georisques.gouv.fr

1.4.4. Hydrogéologie

D'après la carte du risque de remontées de nappe (*source : www.georisques.gouv.fr*), le terrain étudié est situé **en dehors de toutes zones potentiellement sujettes aux inondations de cave et aux débordements de nappe.** (cf. carte ci-après).

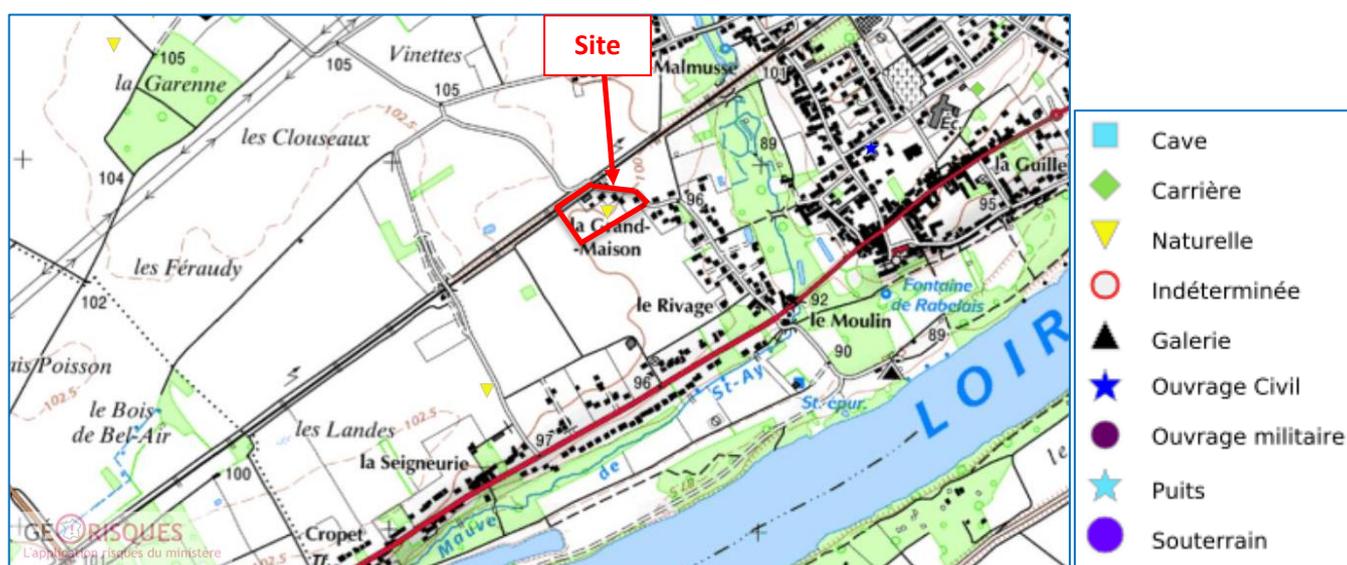
La commune de Saint-Ay (45) est soumise au PPRi Vallée de la Loire. Il convient de le respecter.



Risque de remontées de nappe – Source : www.georisques.gouv.fr

1.4.5. Cavités

D'après la carte d'aléa cavités (*source : www.georisques.gouv.fr*), il existe des cavités recensées au droit et dans un rayon de 500 m autour du projet (cf. carte ci-après).

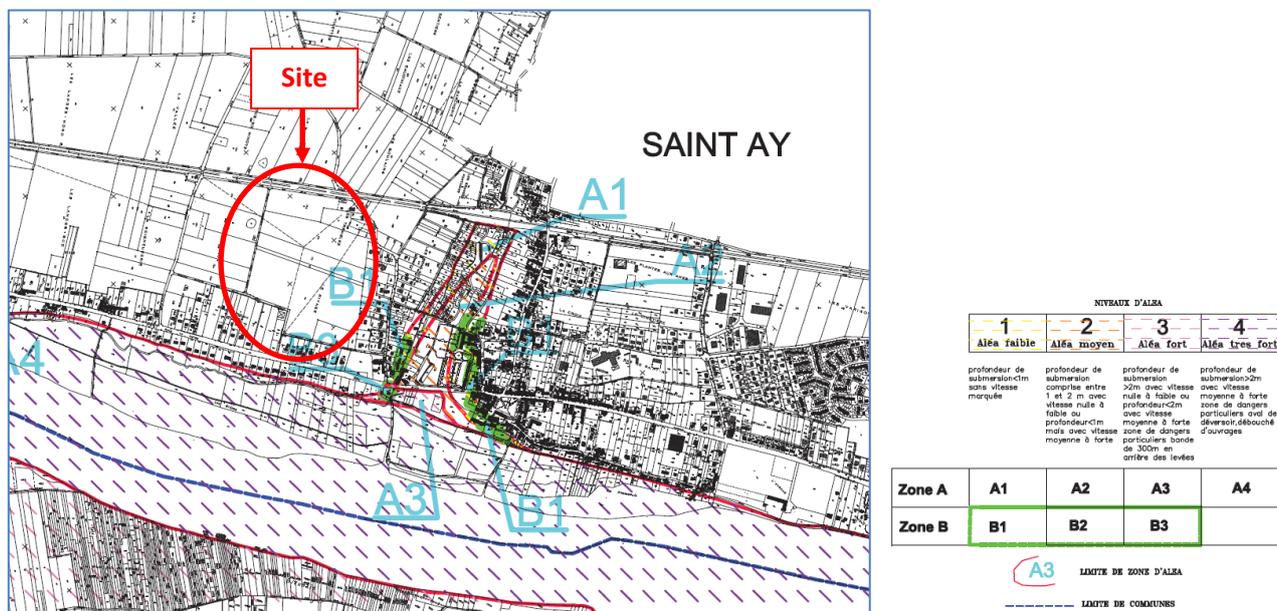


Aléa cavités - Source : www.georisques.gouv.fr



1.4.6. Inondations

D'après la carte de l'aléa inondation issue du PPRi de la Vallée de la Loire (*source : www.loiret.gouv.fr*), le projet se situe en dehors de tout zonage réglementaire (cf. carte ci-après).



1.5. Investigations géotechniques

Le programme de reconnaissance a consisté en l'exécution de :

- **7 sondages de reconnaissance géologique (nommés T1 à T7)** réalisés à la tarière mécanique hélicoïdale (\varnothing 63mm) descendus à 1.50 m de profondeur par rapport au Terrain Naturel actuel (TN). Ces sondages mettent en évidence la nature des sols et la présence éventuelle d'un niveau d'eau.
- **2 séries d'analyses en laboratoire** comprenant chacune 1 teneur en eau et 2 mesures de la valeur au bleu (VB), afin de préciser la sensibilité des terrains au phénomène de retrait-gonflement des sols.

1.6. Implantation et nivellement

La position des sondages figure sur le plan d'implantation en annexe 2.

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

2. RESULTATS DES INVESTIGATIONS

2.1. Caractéristiques lithologiques

Les coupes de sondages sont jointes en annexe 3. Les profondeurs citées dans le présent rapport ont été mesurées par rapport au Terrain Naturel (TN) tel qu'il était lors de notre intervention (Janvier 2021).

Les sondages de reconnaissance ont permis de mettre en évidence les faciès suivants :

Faciès \ Sondages	T1 (en m/TN)	T2 (en m/TN)	T3 (en m/TN)	T4 (en m/TN)
Terre végétale	0.00 à 0.30	0.00 à 0.30	0.00 à 0.30	0.00 à 0.30
Argile à +/- de cailloutis calcaires (marron-beige)	0.30 à 0.90	0.30 à 0.90	0.30 à 1.20	0.30 à 1.20
Altération argileuse du calcaire (beige - blanchâtre)	0.90 à $\geq 1.50^*$	0.90 à $\geq 1.50^*$	1.20 à $\geq 1.50^*$	1.20 à $\geq 1.50^*$

* Profondeur maximale investiguée

Faciès \ Sondages	T5 (en m/TN)	T6 (en m/TN)	T7 (en m/TN)
Terre remaniée	0.00 à 0.30	0.00 à 0.30	0.00 à 0.30
Argile à +/- de cailloutis calcaires (marron-beige)	0.30 à $\geq 1.50^*$	0.30 à 1.30	0.30 à 1.30
Altération argileuse du calcaire (beige - blanchâtre)	-	1.30 à $\geq 1.50^*$	1.30 à $\geq 1.50^*$

* Profondeur maximale investiguée

Remarque : ces profondeurs n'impliquent 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.

2.2. Résultats des essais en laboratoire

Des analyses en laboratoire ont été réalisées sur des échantillons prélevés au droit des sondages T1 et T4.

Ces analyses ont donné les principaux résultats suivants (les résultats détaillés figurent en annexe 4 du présent rapport) :



Sondage	Masse humide (g)	Teneur en eau (%)	Masse sèche (g)	Masse totale initiale M1 (g)	Masse totale bleu M2 (g)	Passant		VBS
						5 mm (%)	50mm (%)	
T1	35,67	26,0	28,3	707,9	1041,8	100,0	100,0	>10
T4	35,18	24,9	28,2	721,2	1069,2	100,0	100,0	>10

Analyse laboratoire VB – Sondage T1 et T4

LIMITE DE LIQUIDITE	WL =	83	%
LIMITE DE PLASTICITE	WP =	36	%
Teneur en eau Naturelle Wnat =	24,7	Indice de plasticité Ip :	47
		Indice de consistance Ic :	1,25

Analyse laboratoire Limite d'Atterberg – Sondage T1

LIMITE DE LIQUIDITE	WL =	72	%
LIMITE DE PLASTICITE	WP =	28	%
Teneur en eau Naturelle Wnat =	27,4	Indice de plasticité Ip :	44
		Indice de consistance Ic :	1,02

Analyse laboratoire Limite d'Atterberg – Sondage T4

D'après la méthode de Chassagneux et al. (1995), qui est notamment utilisée pour l'élaboration des cartes départementales d'aléa, les matériaux rencontrés au droit des sondages T1 et T4 présentent une susceptibilité **très forte** au retrait-gonflement en cas de variation hydrique (cf. tableau ci-après).

V_{Bs}	Susceptibilité
< 2,5	Faible
2,5 à 6	Moyenne
6 à 8	Forte
> 8	Très forte

T1 et T4

Susceptibilité d'un sol argileux au retrait-gonflement (Chassagneux et al., 1995)

D'après le diagramme de plasticité ci-après, les matériaux prélevés sont très argileux, très plastiques, au gonflement très fort et donc très fortement sensibles au phénomène de retrait-gonflement.

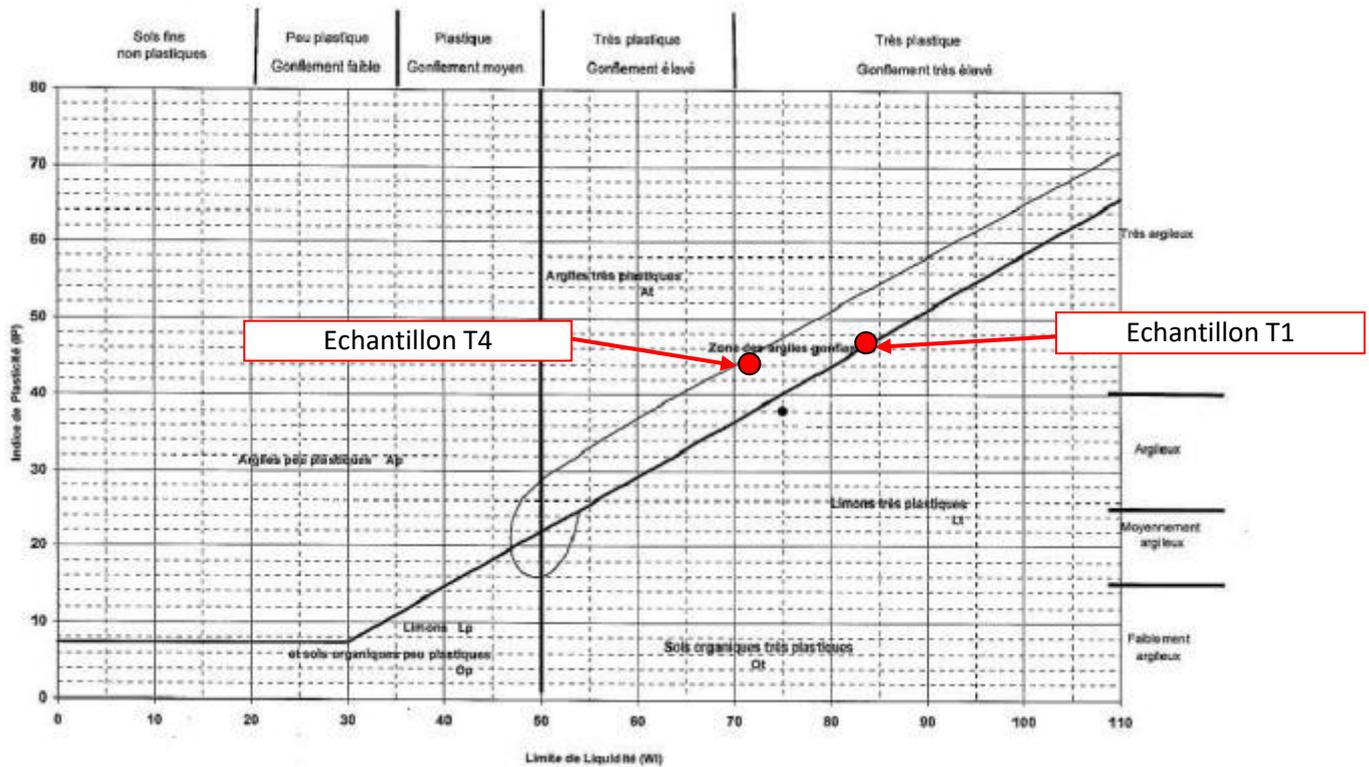


Diagramme de plasticité

Conclusion :

L'exposition au phénomène de retrait-gonflement des sols de la zone d'étude, est considéré en « aléa fort » - sol fortement sensible.

2.3. Hydrogéologie / Niveaux piézométriques

Lors de notre intervention (Janvier 2021), aucune venue d'eau n'a été observée au sein de nos sondages descendus jusqu'à 1.50 m de profondeur.

Remarque : ce constat ayant un caractère ponctuel et instantané, il ne permet pas de préciser les variations de la nappe, qui peut remonter fortement en période pluvieuse. Nous rappelons que le site le terrain étudié est situé **en dehors de toutes zones potentiellement sujettes aux inondations de cave et aux débordements de nappe**. (cf. chapitre 1.4.4).



3. PRECONISATION POUR LES LOTS A BATIR

3.1. Sensibilité des sols au phénomène de retrait-gonflement

En termes de retrait-gonflement des argiles, sur la base des données recueillies, il ressort que :

- La commune de de Saint-Ay (45) a fait l'objet de **3 arrêtés de l'état de catastrophe naturelle** : **1 arrêtés** liés aux mouvements de terrains consécutifs à la sécheresse et **2 arrêtés** liés aux mouvements de terrains consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols.
- D'après la carte d'exposition au phénomène de retrait-gonflement des argiles établie par le BRGM la zone d'étude est classée en **aléa moyen** ;
- Les analyses en laboratoire réalisées ont mis en exergue des matériaux ayant une appartenance au domaine de la susceptibilité de variation de volume de sol très forte : « **aléa fort** » - **sol fortement sensible**.

3.2. Préconisations

D'après le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM), afin de limiter les effets des variations volumétriques des sols lors des déséquilibres hydriques, il convient de prévoir à minima les dispositions constructives suivantes :

- Les **fondations** sur semelle doivent être **suffisamment profondes** pour s'affranchir de la zone superficielle où le sol est sensible à l'évaporation. À titre indicatif, on considère que cette profondeur d'ancrage, qui doit être au moins égale à celle imposée par la mise hors gel (à **0,60 m**), doit atteindre **au minimum 0,80 m en zone d'aléa faible à moyen et 1,20 m en zone d'aléa fort** (dans le cas présent nous sommes dans une zone d'aléa fort).
Ici, compte tenu de la sensibilité forte des matériaux (sol fortement sensible), la profondeur d'ancrage devra atteindre au moins 1.20 m.
- Une construction sur **vide sanitaire** ou avec **sous-sol généralisé** est préférable à un simple dallage sur terre-plein. Un radier généralisé, conçu et réalisé dans les règles de l'art, peut aussi constituer une bonne alternative à un approfondissement des fondations.
- Les fondations doivent être **ancrées** de manière **homogène** sur tout le pourtour du bâtiment (ceci vaut notamment pour les terrains en pente (où l'ancrage aval doit être au moins aussi important que l'ancrage amont) ou à sous-sol hétérogène. En particulier, les sous-sols partiels qui induisent des hétérogénéités d'ancrage sont à éviter à tout prix ;
- La **structure** du bâtiment doit être suffisamment **rigide** pour résister à des mouvements différentiels, d'où l'importance des **chaînages horizontaux** (haut et bas) et **verticaux** ;
- Deux éléments de construction accolés, fondés de manière différente ou exerçant des charges variables, doivent être désolidarisés et munis de **joints de rupture** sur toute leur hauteur pour permettre des mouvements différentiels ;



- Tout élément de nature à provoquer des **variations saisonnières d'humidité** du terrain (arbre, drain, pompage ou au contraire infiltration localisée d'eaux pluviales ou d'eaux usées) doit être **le plus éloigné possible** de la construction. On considère en particulier que **l'influence d'un arbre** s'étend jusqu'à une **distance égale à au moins sa hauteur à maturité** ;
- Sous la construction, le sol est à l'équilibre hydrique alors que tout autour il est soumis à évaporation saisonnière, ce qui tend à induire des différences de teneur en eau au droit des fondations. Pour l'éviter, il convient d'entourer la construction d'un dispositif, le plus large possible, sous forme de **trottoir périphérique** ou de **géomembrane enterrée**, qui protège sa périphérie immédiate de l'évaporation ;
- En cas de **source de chaleur** en sous-sol (chaudière notamment), les **échanges thermiques** à travers les parois doivent être **limités** par une isolation adaptée pour éviter d'aggraver la dessiccation du terrain en périphérie. Il peut être préférable de positionner de cette source de chaleur le long des murs intérieurs ;
- Les canalisations enterrées d'eau doivent pouvoir subir des mouvements différentiels sans risque de rompre, ce qui suppose notamment des raccords non fragiles (systèmes d'assouplissement) au niveau des points durs.

Le schéma présenté ci-après résume ces dispositions constructives :

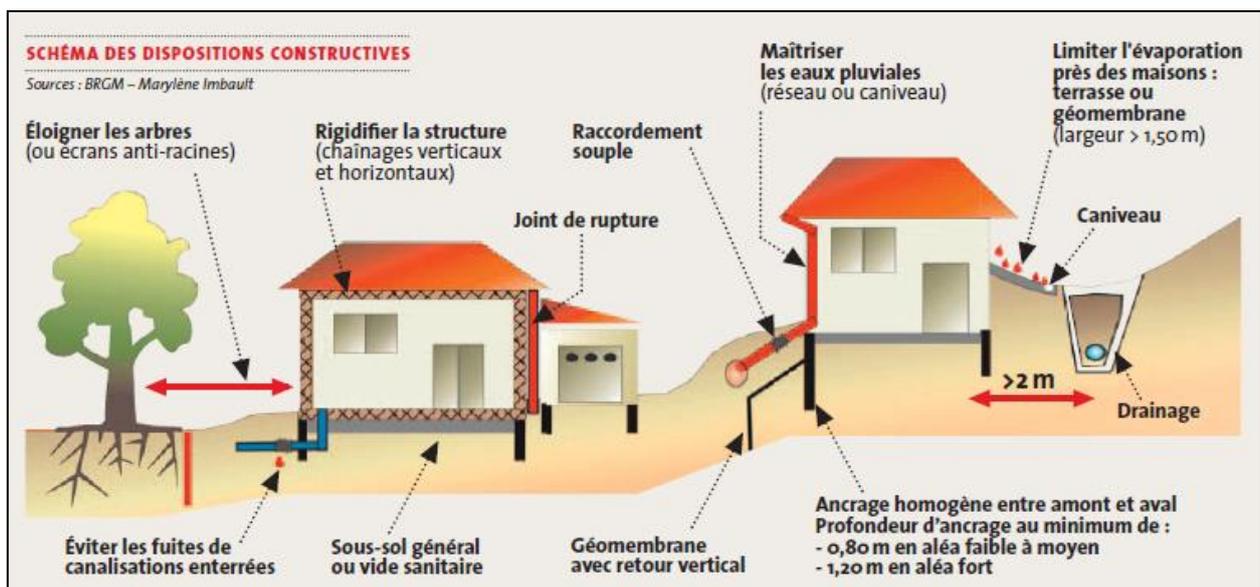


Schéma synthétique des dispositions constructives

Source : www.georisques.gouv.fr

3.3 Profondeurs d'assise des fondations et contraintes admissibles

La profondeur d'assise des fondations ainsi que les contraintes admissibles par le sol d'assise devront être définies dans le cadre d'une mission géotechnique de conception (mission G2 selon la norme NF P 94-500). Cette mission nécessitera la réalisation de sondages et d'essais (pressiométriques, pénétrométriques...) complémentaires.

Dans tous les cas, en fonction des projets, une étude géotechnique spécifique (à minima une mission G2) sera à prévoir pour chaque lot.

*
* *

Le schéma d'enchaînement et la classification des missions types d'ingénierie géotechnique, extraits de la norme NF P 94-500, figurent en annexe 1 du présent rapport.

Nous restons à l'entière disposition des Responsables du Projet pour tout renseignement, ainsi que pour toutes missions complémentaires nécessaires.

Les conclusions de ce présent rapport sont données sous réserve des conditions particulières jointes.



4. CONDITIONS PARTICULIERES

.....

Le présent rapport ou Procès-Verbal ainsi que toutes annexes, constituent un ensemble indissociable.

La Société E.C.R. ENVIRONNEMENT serait déchargée de toute responsabilité dans le cas d'une mauvaise utilisation de toute communication ou reproduction partielle de ce document, sans accord écrit préalable. En particulier, il ne s'applique qu'aux ouvrages décrits et uniquement à ces derniers.

Si en l'absence de plans précis des ouvrages projetés, nous avons été amenés dans le présent rapport à faire une ou des hypothèses sur le projet, il appartient à notre client ou à son maître d'œuvre de communiquer par écrit à la société ECR ENVIRONNEMENT ses observations éventuelles sans quoi, il ne pourrait en aucun cas et pour aucune raison nous être reproché d'avoir établi notre étude pour le projet que nous avons décrit.

Cette étude est basée sur des reconnaissances dont le caractère ponctuel ne permet pas de s'affranchir des aléas des milieux naturels, et ne peut prétendre traduire le comportement du sol dans son intégralité.

Ainsi, tout élément nouveau mis en évidence lors de l'exécution des fondations ou de leurs travaux préparatoires et n'ayant pu être détecté lors de la reconnaissance des sols (ex. : remblais anciens ou nouveaux, cavités, hétérogénéités localisées, venue d'eau, etc.) doit être signalé à E.C.R. ENVIRONNEMENT qui pourra reconsidérer tout ou une partie du Rapport. Pour ces raisons, et sauf stipulation contraire explicite de notre part, l'utilisation de nos résultats pour chiffrer à forfait le coût de tout ou une partie des ouvrages d'infrastructure ne saurait en aucun cas engager notre responsabilité.

De même, des changements concernant l'implantation, la conception ou l'importance des ouvrages par rapport aux hypothèses de base de cette étude, peuvent conduire à modifier les conclusions et prescriptions du Rapport et doivent être portés à la connaissance d'E.C.R. ENVIRONNEMENT.

La Société E.C.R. ENVIRONNEMENT ne saurait être rendue responsable des modifications apportées à son étude que dans le cas où elle aurait donné son accord écrit sur lesdites modifications.

Les altitudes indiquées pour chaque sondage (qu'il s'agisse de cote 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. Il en va de même pour l'implantation des sondages sur le terrain.

.....



Annexe 1

Extrait de la norme NF P 94-500

EXTRAIT DE LA NORME NF P 94-500 – Novembre 2013

<p>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.</p>
<p>ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)</p> <p>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 :</p> <p><u>Phase Étude de Site (ES)</u></p> <p>Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.</p> <ul style="list-style-type: none">• Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisnants 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. <p><u>Phase Principes Généraux de Construction (PGC)</u></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none">• 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)
<p>ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)</p> <p>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 :</p> <p><u>Phase Avant-projet (AVP)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.</p> <ul style="list-style-type: none">• 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 avoisnants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques. <p><u>Phase Projet (PRO)</u></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none">• 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 avoisnants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités. <p><u>Phase DCE / ACT</u></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none">• 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.



ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées) ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES 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 GÉOTECHNIQUE 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 GÉOTECHNIQUE (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.

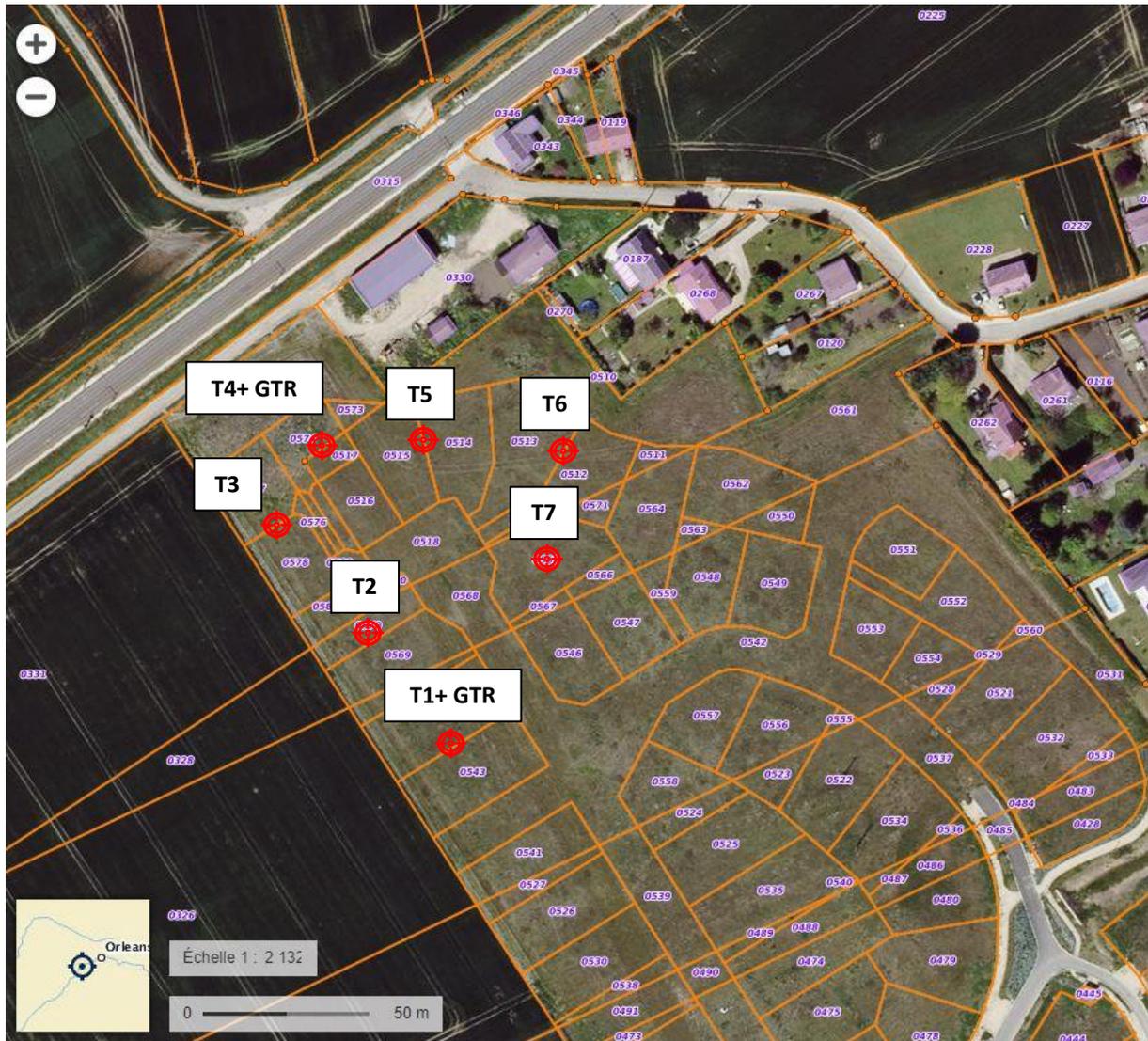
- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre 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 géotechnique seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).

Annexe 2

Implantation des sondages

Client : NEGOCIM
Etude : G1 ES-PGC : Création d'un lotissement
Commune : SAINT-AY (45)

Affaire ECR 3702106



Légende : T : Sondage géologique à la tarière (+GTR : Prélèvement pour classification des sols)



- Voie
- Platons (enrobé)
- Platons
- Espaces verts
- Zone aedificandi
- Zone non aedificandi
- Aire de stationnement
- Sens du faitage
- Recul de la zone d'implantation
- Rideau champêtre obligatoire
- Fossé

Annexe 3

Résultats des investigations in situ



Mission G1 Loi Elan : Lotissement Le Rivage
Commune : SAINT-AY (45)
Client : NEGOCIM

Affaire 3702106

Date début : 29/01/2021 Machine : PAGANI T63-100 Profondeur : 0,00 - 1,50 m
Date fin : 29/01/2021 Niveau d'eau : Non observé
Venue d'eau : Non observée

1/15

Sondage : T1

EXGTE 3.22/GTE

Cote Ref (m)	Profondeur (m/TN)	Lithologie	Niveau d'eau	Outil
0	0	Terre végétale		
-0,30 m	0,30 m	Argile +/- de cailloutis de calcaire (marron/beige)		Tarière Ø 63 mm
-0,90 m	0,90 m	Altération argileuse du calcaire (beige/blanchâtre)		
-1	1			
	1,50 m			



Mission G1 Loi Elan : Lotissement Le Rivage
Commune : SAINT-AY (45)
Client : NEGOCIM

Affaire 3702106

Date début : 29/01/2021

Machine : PAGANI T63-100

Profondeur : 0,00 - 1,50 m

Date fin : 29/01/2021

Niveau d'eau : Non observé

Venue d'eau : Non observée

1/15

Sondage : T2

EXGTE 3.22/GTE

Cote Ref (m)	Profondeur (m/TN)	Lithologie	Niveau d'eau	Outil
0	0	Terre végétale		
-0,30 m	0,30 m	Argile +/- de cailloutis de calcaire (marron/beige)		Tarière Ø 63 mm
-0,90 m	0,90 m	Altération argileuse du calcaire (beige/blanchâtre)		
-1	1			
	1,50 m			



Mission G1 Loi Elan : Lotissement Le Rivage
Commune : SAINT-AY (45)
Client : NEGOCIM

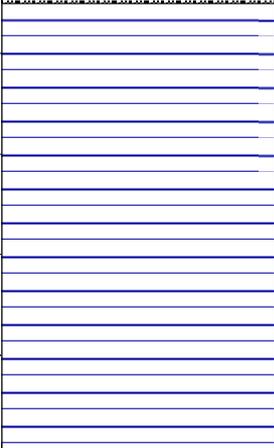
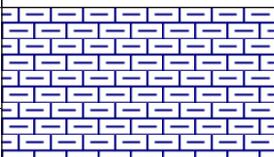
Affaire 3702106

Date début : 29/01/2021 Machine : PAGANI T63-100 Profondeur : 0,00 - 1,50 m
Date fin : 29/01/2021 Niveau d'eau : Non observé
Venue d'eau : Non observée

1/15

Sondage : T3

EXGTE 3.22/GTE

Cote Ref (m)	Profondeur (m/TN)	Lithologie	Niveau d'eau	Outil
0	0	 <p>Terre végétale</p>		Tarière Ø 63 mm
-0,30 m	0,30 m	 <p>Argile +/- de cailloutis de calcaire (marron/beige)</p>		
-1,20 m	1,20 m	 <p>Altération argileuse du calcaire (beige/blanchâtre)</p>		
	1,50 m			



Mission G1 Loi Elan : Lotissement Le Rivage
Commune : SAINT-AY (45)
Client : NEGOCIM

Affaire 3702106

Date début : 29/01/2021 Machine : PAGANI T63-100 Profondeur : 0,00 - 1,50 m
Date fin : 29/01/2021 Niveau d'eau : Non observé
Venue d'eau : Non observée

1/15

Sondage : T4

EXGTE 3.22/GTE

Cote Ref (m)	Profondeur (m/TN)	Lithologie	Niveau d'eau	Outil
0	0	Terre végétale		
-0,30 m	0,30 m	Argile +/- de cailloutis de calcaire (marron/beige)		Tarrière Ø 63 mm
-1,20 m	1,20 m	Altération argileuse du calcaire (beige/blanchâtre)		
	1,50 m			



Mission G1 Loi Elan : Lotissement Le Rivage
Commune : SAINT-AY (45)
Client : NEGOCIM

Affaire 3702106

Date début : 29/01/2021 Machine : PAGANI T63-100 Profondeur : 0,00 - 1,50 m
Date fin : 29/01/2021 Niveau d'eau : Non observé
Venue d'eau : Non observée

1/15

Sondage : T5

EXGTE 3.22/GTE

Cote Ref (m)	Profondeur (m/TN)	Lithologie	Niveau d'eau	Outil
0	0	Terre végétale		
-0,30 m	0,30 m			
-1	1	Argile +/- de cailloutis de calcaire (marron/beige)		Tarière Ø 63 mm
-1,50 m	1,50 m			



Mission G1 Loi Elan : Lotissement Le Rivage
Commune : SAINT-AY (45)
Client : NEGOCIM

Affaire 3702106

Date début : 29/01/2021 Machine : PAGANI T63-100 Profondeur : 0,00 - 1,50 m
 Date fin : 29/01/2021 Niveau d'eau : Non observé
 Venue d'eau : Non observée

1/15

Sondage : T6

EXGTE 3.22/GTE

Cote Ref (m)	Profondeur (m/TN)	Lithologie	Niveau d'eau	Outil
0	0	Terre végétale		
-0,30 m	0,30 m	Argile +/- de cailloutis de calcaire (marron/beige)		Tarière Ø 63 mm
-1,30 m	1,30 m	Altération argileuse du calcaire (beige/blanchâtre)		
	1,50 m			



Mission G1 Loi Elan : Lotissement Le Rivage
Commune : SAINT-AY (45)
Client : NEGOCIM

Affaire 3702106

Date début : 29/01/2021 Machine : PAGANI T63-100 Profondeur : 0,00 - 1,50 m
 Date fin : 29/01/2021 Niveau d'eau : Non observé
 Venue d'eau : Non observée

1/15

Sondage : T7

EXGTE 3.22/GTE

Cote Ref (m)	Profondeur (m/TN)	Lithologie	Niveau d'eau	Outil
0	0	Terre végétale		
-0,30 m	0,30 m	Argile +/- de cailloutis de calcaire (marron/beige)		Tarière Ø 63 mm
-1,30 m	1,30 m	Altération argileuse du calcaire (beige/blanchâtre)		
	1,50 m			

Annexe 4

Résultats des analyses en laboratoire

PROCES-VERBAL D'ESSAI

A la demande de : Monsieur FRANCOIS

Mail : afrancois@ecr-environnement.com

Entreprise : ECR Environnement TOURS
5, rue de la Briaudière
37510 BALLAN-MIRE

Chantier : 3702106 Saint Ay (45)

Lieu des essais : Laboratoire NEXTROD – Agence Centre Ouest

Matériau : Remanié

Quantité : 2 sacs

Prélevé par : le client

Date de prélèvement :
29/01/2021

Livré à notre laboratoire : S05

Date des essais : S06/07

Essais réalisés :

VBS
IP

2u
2u

Résultats des essais :

Voir Procès verbaux

Observations :

					
0	16/02/2021	J. BOULET Opérateur	P. SEON Responsable d'agence	1+4	1 ^{ère} diffusion
Indice	Date	Etabli par	Vérifié par	Nb pages	Modifications - Observations

Note : la reproduction intégrale de ce procès-verbal sans modification d'aucune sorte est seule autorisée ; les essais faisant l'objet du présent procès-verbal portent sur un échantillon prélevé dans certaines conditions ; leur représentativité est liée à celle de l'échantillon et ne peut être étendue à une population dont est issu l'échantillon que si l'homogénéité de cette population peut être vérifiée ; en conséquence, le présent procès-verbal n'a en aucun cas valeur de certificat de qualification de l'ensemble de la fabrication et ne doit pas être présenté comme tel.

Teneur en eau W(%) NFP 94-050 Septembre 1995

N° dossier/ N° Affaire : **Q-18.2962 / F21.2909**
 Date de prélèvement : **29/01/2021**
 Date de l'essai : **08/02/2021**

Nom du chantier : **3702106 Saint Ay**
 Mode de prélèvement : **T**
 Opérateur : **JB**

Client : **ECR Environnement**
 Conservation : **Sacs hermétiques**
 T°C d'étuvage: **105°C**

Chantier	Sondage	Profondeur (m)	Nature	Poids total humide (g)	Poids total sec (g)	Poids de la tare (g)	Poids net de l'eau (g)	Poids net matériau sec (g)	Teneur en eau (%)
3702106 Saint Ay	T1	0,3-0,9	Argile	339,6	301,4	146,8	38,2	154,6	24,7
			w% VBS 0/5mm	273,8	256,8	191,1	17,1	65,7	26,0
	T4	0,3-1,2	Argile	389,7	339,7	157,7	49,9	182,1	27,4
			w% VBS 0/5mm	231,8	221,5	179,9	10,3	41,6	24,9

PROCES-VERBAL D'ESSAI

ESSAI AU BLEU DE METHYLENE NF P94-068 Octobre 1998								
N° du dossier : Q-18.2962			N° d'Affaire : F21.2909					
Client : ECR Environnement			Date d'essai : 08/02/2021					
Nom du chantier : 3702106 Saint Ay			Opérateur : JB					
Sondage	Masse humide (g)	Teneur en eau (%)	Masse sèche (g)	Masse totale initiale M1 (g)	Masse totale bleu M2 (g)	Passant		VBS
						5 mm (%)	50mm (%)	
T1	35,67	26,0	28,3	707,9	1041,8	100,0	100,0	>10
T4	35,18	24,9	28,2	721,2	1069,2	100,0	100,0	>10

LIMITE DE LIQUIDITE PAR LA METHODE DE CASAGRANDE LIMITE DE PLASTICITE NF EN ISO 17892-12 (juillet 2018)

N° du dossier : **Q-18.2962**

N° d'Affaire : **F21.2909**

Client : **ECR Environnement Tours**

Nom du chantier : **3702106 Saint Ay**

Date d'essai : **15/02/2021**

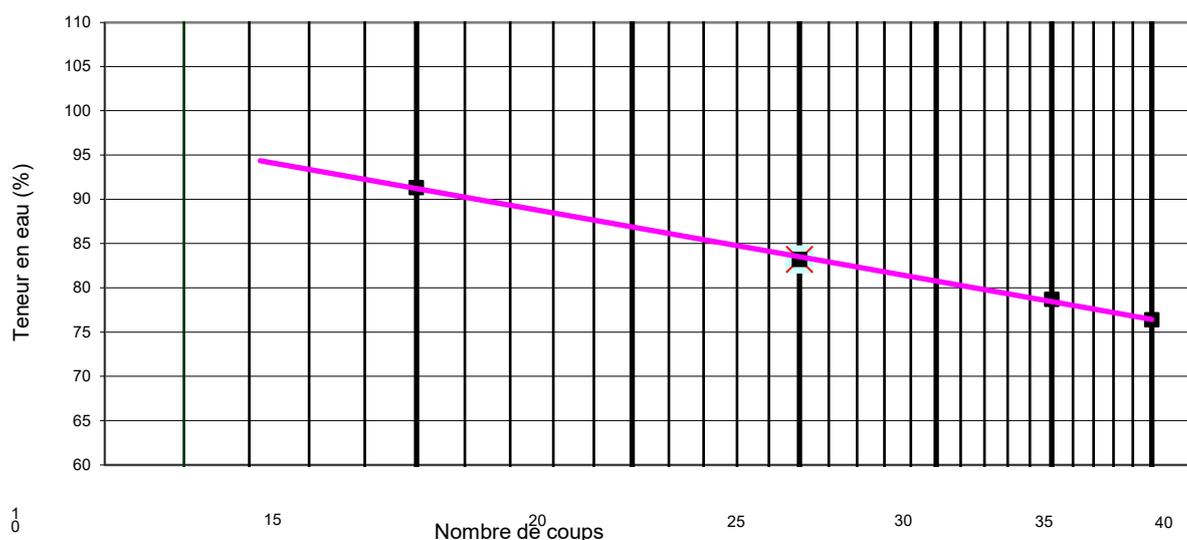
N° Sondage : **T1**

Profondeur (m) : **0,3-0,9m**

Nature : **Argile**

Opérateur : **JB**

	LIQUIDITE				PLASTICITE	
Nombre de coups	15	25	35	40		
N° de la tare	A	B	C	D	1	2
Poids total humide	20,03	20,24	21,61	21,32	17,46	14,95
Poids total sec	10,64	11,21	12,26	12,25	16,86	14,37
Poids de la tare	0,36	0,36	0,38	0,38	15,20	12,79
Poids net de l'eau	9,39	9,03	9,35	9,07	0,60	0,58
Poids net matériau sec	10,28	10,85	11,88	11,87	1,66	1,58
Teneur en eau (%)	91,3	83,2	78,7	76,4	36,1	36,7



LIMITE DE LIQUIDITE

WL = 83 %

LIMITE DE PLASTICITE

WP = 36 %

Teneur en eau Naturelle Wnat =

24,7

Indice de plasticité Ip : 47

Indice de consistance Ic : 1,25

LIMITE DE LIQUIDITE PAR LA METHODE DE CASAGRANDE LIMITE DE PLASTICITE NF EN ISO 17892-12 (juillet 2018)

N° du dossier : **Q-18.2962**

N° d'Affaire : **F21.2909**

Client : **ECR Environnement Tours**

Nom du chantier : **3702106 Saint Ay**

Date d'essai : **15/02/2021**

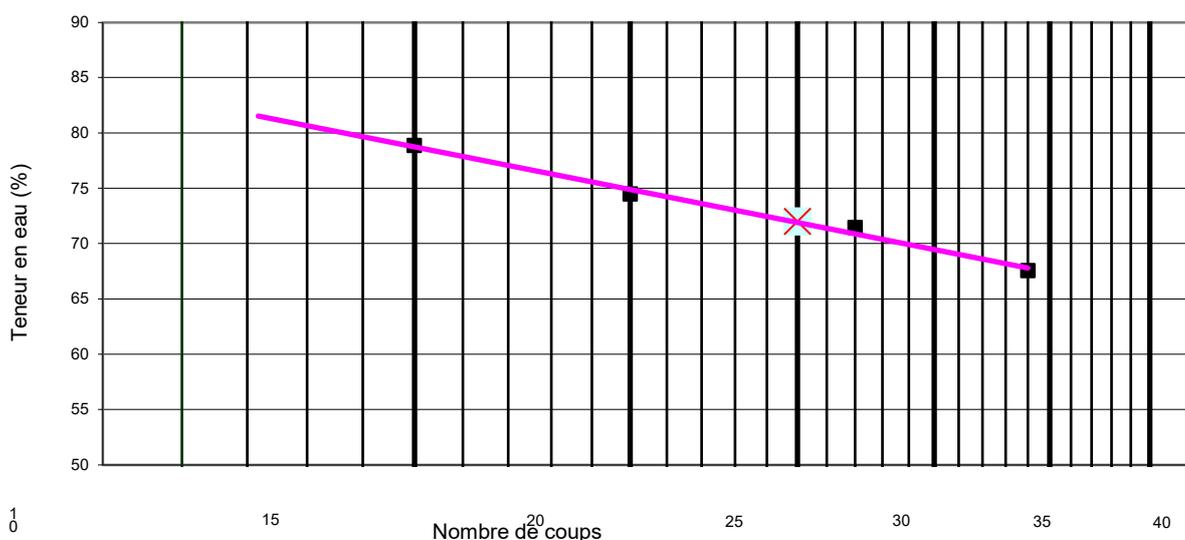
N° Sondage : **T4**

Profondeur (m) : **0,3-1,2m**

Nature : **Argile**

Opérateur : **JB**

	LIQUIDITE				PLASTICITE	
Nombre de coups	15	20	27	34		
N° de la tare	A	B	C	D	1	2
Poids total humide	16,92	17,80	13,40	15,87	14,83	15,28
Poids total sec	9,64	10,39	7,97	9,62	14,38	14,80
Poids de la tare	0,41	0,44	0,37	0,37	12,78	13,11
Poids net de l'eau	7,28	7,41	5,43	6,25	0,45	0,48
Poids net matériau sec	9,23	9,95	7,60	9,25	1,60	1,69
Teneur en eau (%)	78,9	74,5	71,4	67,6	28,1	28,4



LIMITE DE LIQUIDITE

WL = 72 %

LIMITE DE PLASTICITE

WP = 28 %

Teneur en eau Naturelle Wnat =

27,4

Indice de plasticité Ip : 44

Indice de consistance Ic : 1,02