ETUDE DE SOL

ETUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE

Projet de lotissement de 4 lots

MOULINS-EN-BESSIN (14)

Dossier n° 1403630 - Indice 0 - Octobre 2021

M2C Promotion

9, Rue Sadi Carnot
14000 CAEN

CLIENT

NOM	M2C PROMOTION
ADRESSE	9, rue Sadi Carnot 14000 CAEN
INTERLOCUTEUR	M. JEAN Sébastien

ECR ENVIRONNEMENT

AGENCE DE	Caen
ADRESSE	PA des Rives de l'Odon 130 Avenue du Parc 14790 VERSON
TELEPHONE	02 31 39 94 79
MAIL	caen@ecr-environnement.com

DATE	INDICE	OBSERVATIONS / MODIFICATIONS	REDACTEUR	VERIFICATEUR
01/10/2021	0	Rapport d'étude géotechnique préalable	AL. LEPAUVRE	H. SAVARY

Rédacteur	Contrôle interne
Anne-Lise LEPAUVRE Chargée d'affaires	Hélène SAVARY Chargée d'études

SOMMAIRE

1. CONTEXTE DE LA RECONNAISSANCE 4

2. MISSION / PROGRAMME DE RECONNAISSANCE 5

2.1. MISSION 5
2.2. OBJECTIFS 5
2.3. PROGRAMME DE RECONNAISSANCE 6

3. RESULTATS DES INVESTIGATIONS 7

3.1. CONTEXTE GEOLOGIQUE, HYDROGEOLOGIQUE ET PARASISMIQUE 7
3.1.1. Géologie du site 7
3.1.2. Sensibilité au retrait / gonflement 8
3.1.3. Hydrogéologie 8
3.1.4. Risque sismique 9
3.1.5. Potentiel radon 9
3.2. SYNTHESE GEOMECANIQUE 9
3.3. HYDROGEOLOGIE 10
3.4. ESSAIS DE LABORATOIRE 10

4. PRINCIPES GENERAUX DE CONSTRUCTION 12

4.1. SYNTHESE DES INVESTIGATIONS 12
4.2. RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES (RGA) 13
4.2.1. Prescriptions générales 13
4.2.2. Application au site étudié 14
4.3. AUTRES ALEAS GEOTECHNIQUES CONCERNANT LE TERRAIN ETUDIE 15

5. OBSERVATIONS 15

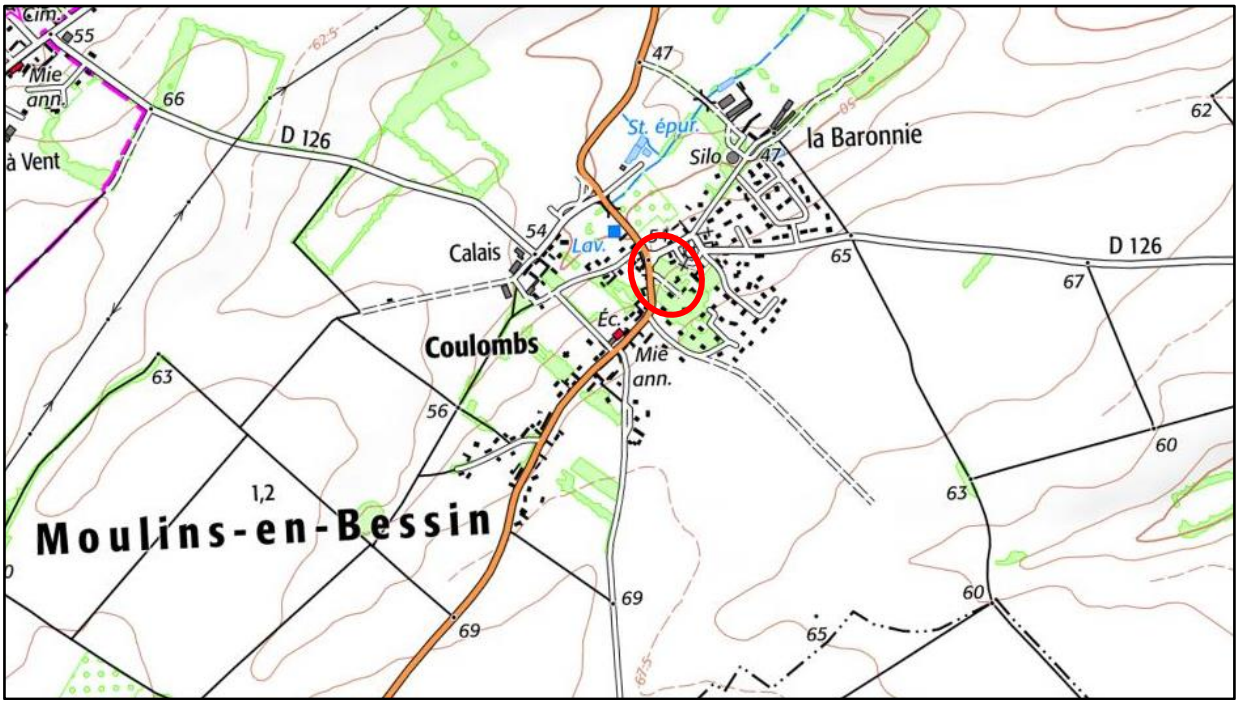
6. CONDITIONS PARTICULIERES 16

ANNEXES

Annexe 1 : Extrait de la norme NF P 94-500 de novembre 2013 (2 pages)
Annexe 2 : Plan d'implantation des sondages (1 page)
Annexe 3 : Résultats des investigations in-situ (4 pages)
Annexe 4 : Résultats des essais en laboratoire (4 pages)

1. CONTEXTE DE LA RECONNAISSANCE

Le projet prévoit la réalisation d'un lotissement de 4 lots, situé rue des Marronniers, sur la commune de Moulins-en-Bessin (14). Il s'agit des lots 1, 2, 3 et 4.



Localisation du projet

Le terrain correspond actuellement à un champ en friches. Selon notre visite du site et la carte topographique du secteur, le terrain est relativement plan.

Photographies du site du 10/09/2021

Documents fournis :

- Extrait du plan cadastral, plan de situation, plan des équipements.

2. MISSION / PROGRAMME DE RECONNAISSANCE

2.1. Mission

Selon l'arrêté du 22 juillet 2020 définissant le contenu des études géotechniques à réaliser dans les zones exposées au phénomène de mouvement de terrain différentiel consécutif à la sécheresse et à la réhydratation des sols, le présent rapport intervient dans le cadre d'une étude géotechnique préalable.

2.2. Objectifs

Nos objectifs ont pour but de :

- Réaliser une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et sur l'existence d'avoisinants, avec visite du site et des alentours,
- Définir les contextes géotechnique et hydrogéologique du site, classification du site selon l'EC8,

- Réaliser, suivre et exploiter les résultats d'investigations géotechniques spécifiques dont le but est de :
    - Déterminer la nature des terrains présents au droit du projet,
    - Réaliser des prélèvements d'échantillons dans les terrains superficiels,
    - Identifier les venues d'eau éventuelles dans les sondages réalisés,
    - Estimer la sensibilité au retrait-gonflement des terrains rencontrés,
- Fournir, sur la base de l'ensemble des éléments recueillis, un rapport donnant :
    - Les résultats des investigations réalisées,
    - Un modèle géologique préliminaire, avec localisation des éventuels aléas géotechniques rencontrés,
    - Les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs,
    - Les principes généraux de construction liés au risque de retrait-gonflement des argiles.

Il convient de rappeler que les aspects suivants ne font pas partie de la mission (liste non exhaustive) :

- l'analyse hydrologique du site,
- la recherche de pollution des sols,
- l'étude des ouvrages existants situés dans la Zone d'Influence Géotechnique (ZIG) du projet.

2.3. Programme de reconnaissance

Le programme d'intervention a consisté à réaliser les opérations suivantes :

- **4 sondages à la tarière,** notés T1 à T4**,** descendus jusqu'à 1,5 m de profondeur/TN, permettant de mettre en évidence les différentes successions géologiques.
- **2 essais de détermination des limites d'Atterberg et 4 essais de valeur au bleu VBS**, permettant de déterminer le caractère gonflant de la formation argileuse rencontrée.

Les sondages ont été réalisés le 10 septembre 2021 par une foreuse de type ECOFORE SL 160 montée sur un véhicule tout-terrain.

L'implantation des points de sondage a été réalisée en fonction des accès possibles pour notre matériel et des réseaux présents sur le site.

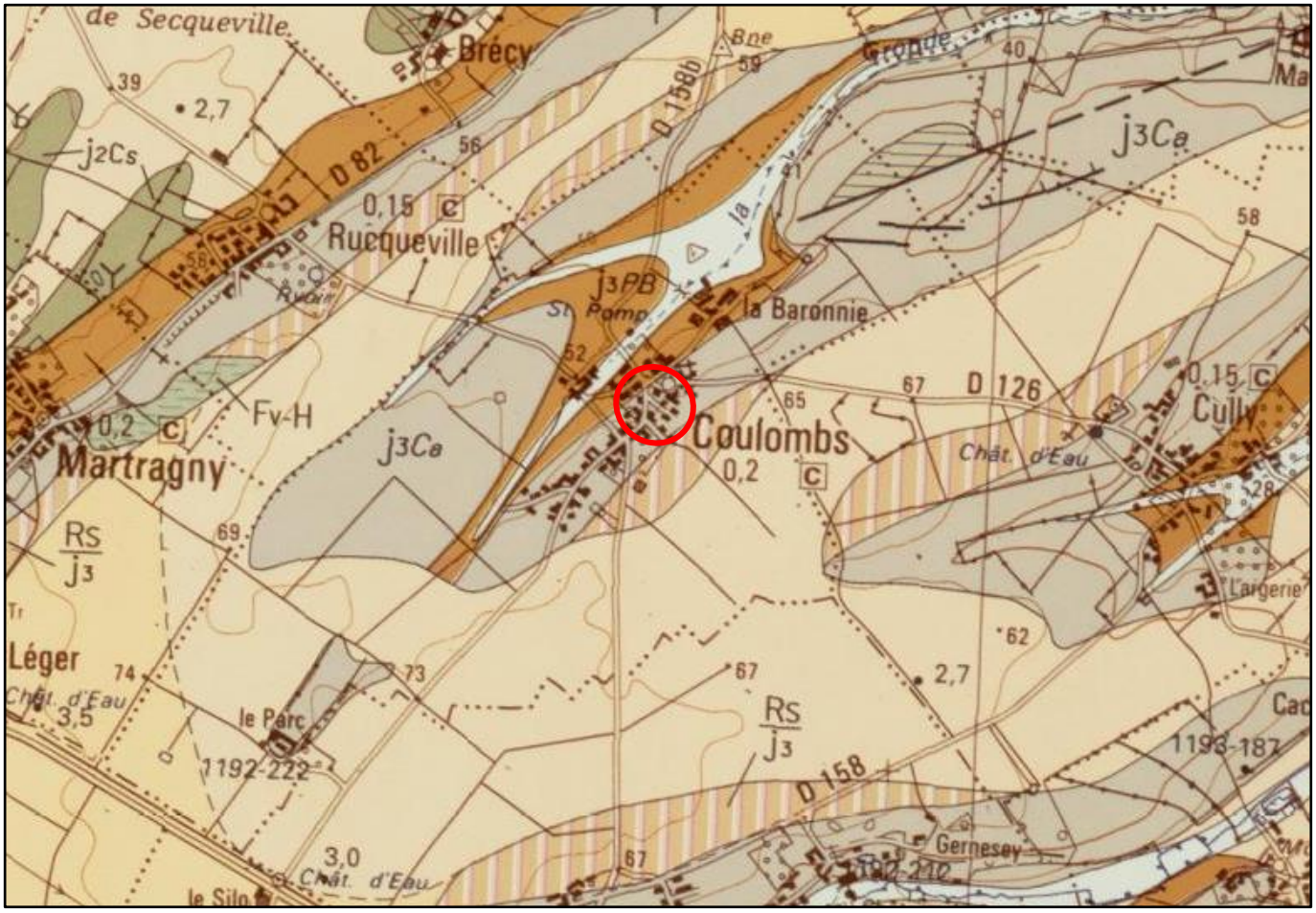
3. RESULTATS DES INVESTIGATIONS

3.1. Contexte géologique, hydrogéologique et parasismique

3.1.1. Géologie du site

D'après la carte géologique du secteur au 1/50000 (**Bayeux – Courseulles-sur-Mer**), les horizons présents au droit de la zone d'étude sont les suivants :

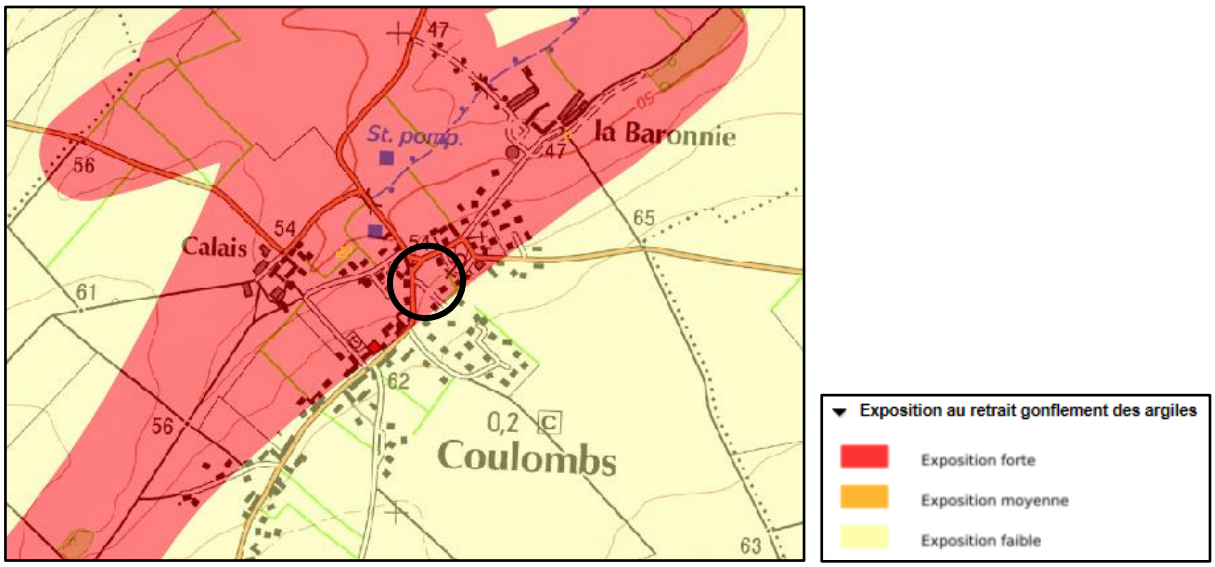
- Des terrains de recouvrement (terre végétale, remblais),
- Le substratum calcaire d'âge Jurassique, plus ou moins altéré en tête.



Extrait de la carte géologique de Bayeux – Courseulles-sur-Mer au 1/50000, source BRGM

3.1.2. Sensibilité au retrait / gonflement

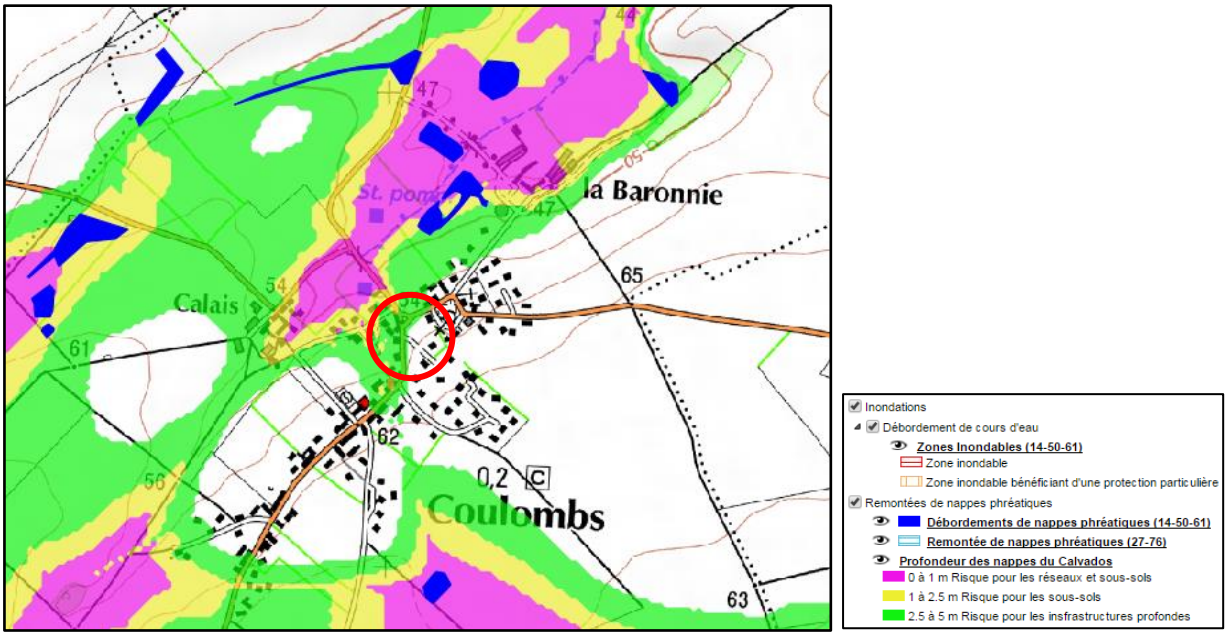
D'après la carte d'exposition au retrait-gonflement des argiles établie par le BRGM (mise à jour du 01/01/2020), le terrain étudié est situé dans une zone d'exposition forte.



Carte d'exposition au retrait-gonflement des argiles – Extrait du site www.georisques.gouv.fr

3.1.3. Hydrogéologie

D'après la carte des risques de remontée de nappe établie par la DREAL de Normandie (mise à jour en janvier 2021), le terrain est situé dans une zone où la profondeur de remontées de nappe est supérieure à 5,0 m de profondeur/TN.



Carte du risque de remontées de nappes – Extrait du site http://www.normandie.developpement-durable.gouv.fr

3.1.4. Risque sismique

Le nouveau zonage sismique de la France (décret n°2010-1255 du 22/10/2010, entré en vigueur le 1er mai 2011) classe la commune de Moulins-en-Bessin en zone d'aléa sismique 2 (aléa faible).

En l'absence d'informations concernant le type d'ouvrage projeté, il conviendra de vérifier s'il n'y a pas de dispositions particulières à prévoir vis-à-vis de l'Eurocode 8 par rapport aux exigences imposées sur le bâti neuf en fonction de la zone de sismicité.

Ce point est lié notamment au fait que l'ouvrage soit assimilable à un bâtiment à risque normal, ce qui devra être précisé au stade du projet.

De plus, il est recommandé de surveiller les évolutions réglementaires afin de s'assurer que les prescriptions parasismiques de l'Eurocode 8 ne sont effectivement pas requises au moment de la construction.

3.1.5. Potentiel radon

Selon la carte de potentiel radon par commune dans le Calvados établie par l'Agence Régionale de Santé de Normandie, la commune de Moulins-en-Bessin est classée en zone 1 selon l'arrêté du 27 juin 2018.

3.2. Synthèse géomécanique

Les profondeurs citées dans le présent rapport ont été mesurées par rapport au terrain naturel tel qu'il était au moment de l'intervention (septembre 2021).

Au droit des sondages de reconnaissance réalisés, la coupe géologique synthétique est la suivante :

- Formation 0.TV : **Terre végétale**, reconnue sur 0,1/0,4 m d'épaisseur en tête de l'ensemble des sondages.
- Formation 0.R : **Remblai graveleux**, uniquement identifié au droit du sondage T4 entre 0,1 et 0,4 m de profondeur.
- Formation 1 : **Calcaire beige à marron à passages argileux**, présent jusqu'à la fin des investigations à 1,5 m/TN. Cet horizon est altéré dans la tarière T1 et compact dans les autres sondages.

3.3. Hydrogéologie

Aucun niveau d'eau n'a été mesuré au droit des sondages lors de notre intervention (septembre 2021).

Ce constat ponctuel est en accord avec la carte de prédispositions aux risques naturels (établie par la DREAL de Normandie) qui fait état d'une profondeur de nappe supérieure à 5,0 m/TN au droit de la zone d'étude.

Toutefois, en fonction des conditions météorologiques au moment des travaux, des circulations d'eau ponctuelles ne sont pas à exclure, en particulier au sein des terrains superficiels.

D'un point de vue général, il est rappelé que le régime hydrogéologique peut varier en fonction de la saison et de la pluviosité, et que des circulations d'eau localisées et anarchiques au sein des terrains de surface sont toujours possibles, même si elles n'ont pas été observées lors de notre intervention.

Il conviendra donc de rester vigilant pendant les travaux afin de prendre les dispositions adaptées pour travailler hors d'eau et sécuriser le chantier (pompage, drainage provisoire voire même évacuation des engins en fonction du niveau atteint).

3.4. Essais de laboratoire

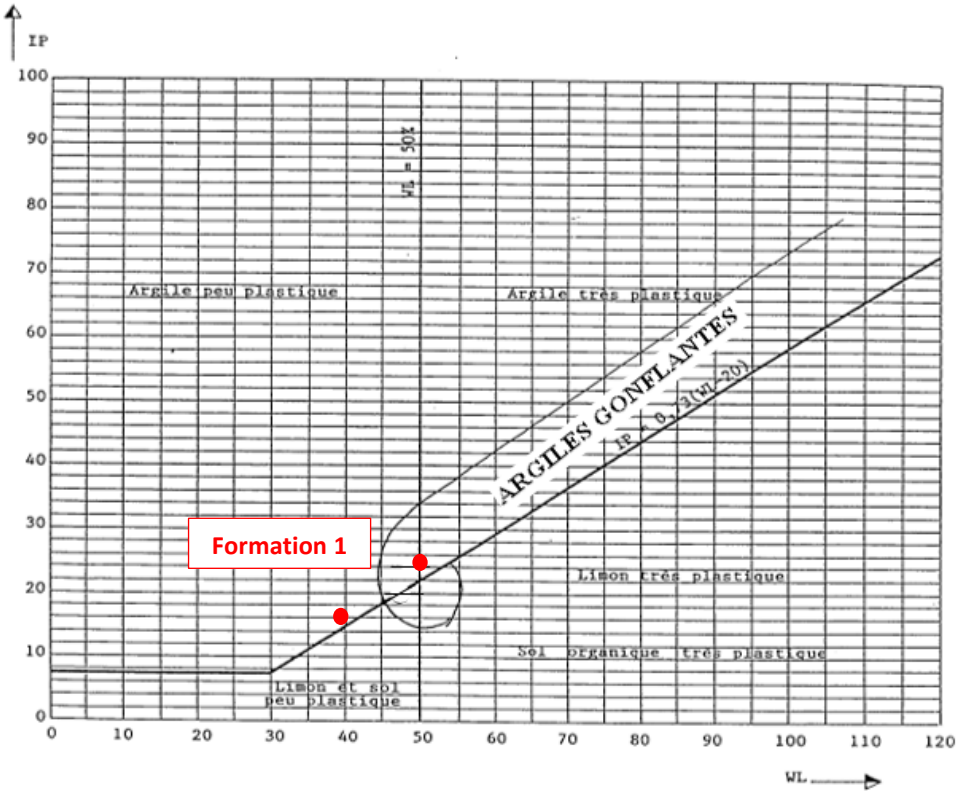
Les essais de laboratoire ont été réalisés dans le calcaire beige à marron à passages argileux (formation 1) prélevé au droit des sondages T1 à T4.

Il s'agit de 2 essais de détermination des limites d'Atterberg et de 4 mesures de valeur au bleu de méthylène (VBS).

Les résultats des analyses en laboratoire sont présentés dans le tableau ci-dessous (les procès-verbaux des essais sont fournis en annexe) :

Echantillon	Formation	Teneur en eau w (%)	Limites d'Atterberg				VBS (g/100g)
			W_L (%)	W_P (%)	I_P	Ic	
T1 (0,4 à 1,5 m)	1	18,1	-	-	-	-	3,3
T2 (0,3 à 1,5 m)	1	14,1	-	-	-	-	2,2
T3 (0,3 à 1,5 m)	1	18,8	39	23	16	1,24	3,1
T4 (0,4 à 1,5 m)	1	24,4	50	26	25	1,06	5,2

Le report des critères W_L et I_P déterminés par l'intermédiaire des limites d'Atterberg dans le diagramme de Casagrande ci-dessous indique qu'il s'agit d'une argile peu plastique ou d'une argile gonflante.



Selon les différents tableaux de classification géotechnique établis vis-à-vis des sols gonflants, la formation 1 présente un gonflement moyen à élevé :

TABLEAU IVa, IVb **Potentiel de gonflement établi à partir de la limite de liquidité (d'après a) Dakshanamurthy et Raman, 1973 ; b) Chen 1975).**
Liquid limit as an indicator of swelling potential (after a) Dakshanamurthy and Raman, 1973; b) Chen 1975).

w_l (%)	Classification
0 à 20	non gonflant
20 à 35	gonflement faible
35 à 50	gonflement moyen
50 à 70	gonflement élevé
70 à 90	gonflement très élevé
> 90	gonflement critique

w_l (%)	Potentiel de gonflement
> 60	très élevé
40 à 60	élevé
30 à 40	moyen
< 30	faible

TABLEAU IVc **Sensibilité d'une argile au retrait-gonflement déterminée à partir de l'indice de plasticité (d'après Prian *et al.*, 2000**
Plasticity index as an indicator of clay sensitivity to shrinkage-swelling (after Prian *et al.*, 2000.

I_p (%)	Sensibilité
< 12	Faible
12 à 25	Moyenne
25 à 40	Forte
≥ 40	Très forte

TABLEAU IVd **Potentiel de gonflement établi à partir de l'indice de retrait (d'après Ranganathan et Satyanarayana, 1965).**
Shrinkage index as an indicator of swelling potential (after Ranganathan and Satyanarayana, 1965).

I_r (%)	Potentiel de gonflement
0 à 20	Faible
20 à 30	Moyen
30 à 60	Fort
> 60	Très fort

TABLEAU IVe **Sensibilité d'une argile au retrait-gonflement déterminée à partir de la valeur de bleu (d'après Chassagneux *et al.*, 1996).**
Methylene blue value as an indicator of clay sensitivity to shrinkage-swelling (after Chassagneux *et al.*, 1996).

VBS	Sensibilité
< 2,5	Faible
2,5 à 6	Moyenne
6 à 8	Forte
> 8	Très forte

4. PRINCIPES GENERAUX DE CONSTRUCTION

4.1. Synthèse des investigations

De ce qui précède, on retiendra les éléments suivants :

- Sous 0,1 à 0,4 m de terre végétale (formation 0.TV), les sondages ont mis en évidence un calcaire beige à marron à passages argileux (formation 1) jusqu'à la fin des investigations à 1,5 m/TN. Un remblai graveleux a été reconnu uniquement au droit du sondage T4 entre 0,1 et 0,4 m/TN.
- Aucune venue d'eau n'a été observée au droit des sondages T1 à T4 lors de notre intervention (septembre 2021). Il est rappelé qu'en fonction de la saison et de la pluviométrie, des circulations d'eau localisées et anarchiques sont toujours possibles dans les terrains superficiels, en particulier au sein des formations superficielles.

4.2. Retrait-gonflement des argiles (RGA)

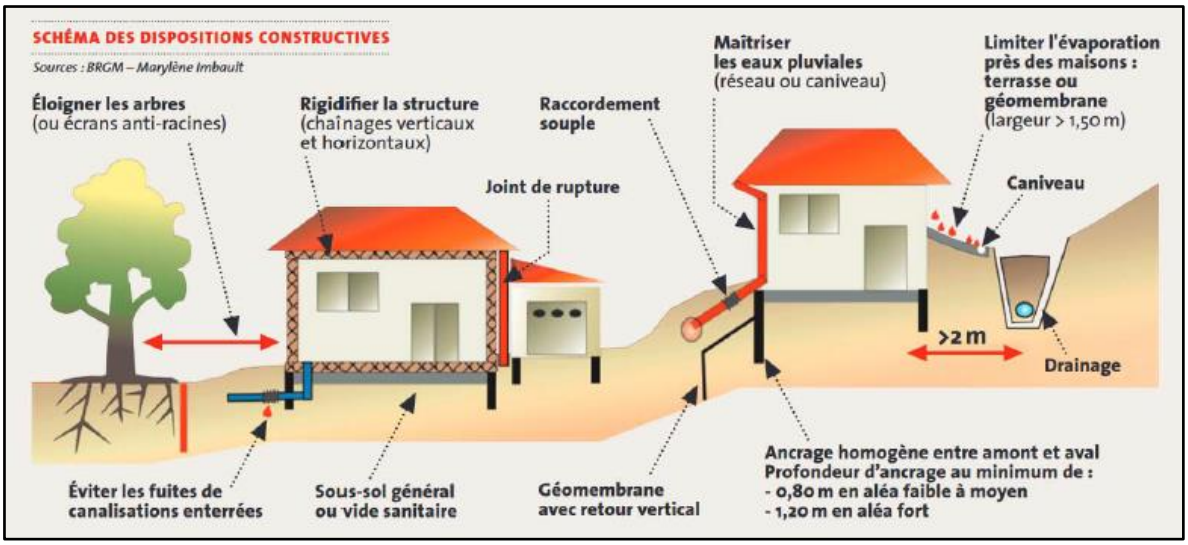
4.2.1. Prescriptions générales

D'après l'arrêté relatif aux techniques particulières de construction dans les zones exposées au phénomène de mouvement de terrain différentiel consécutif à la sécheresse et à la réhydratation des sols, afin de limiter les effets des variations volumétriques des sols lors des déséquilibres hydriques, il convient de prévoir a minima les dispositions constructives suivantes :

- 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 ainsi que la pose de linteaux au-dessus des ouvertures ;
- La mise en œuvre de fondations renforcées en béton armé et coulées en continu ayant les caractéristiques suivantes :
    - Une profondeur d'ancrage suffisante pour s'affranchir de la zone superficielle où le sol est sensible au phénomène de mouvement de terrain différentiel. A titre indicatif, on considère que cette profondeur, qui doit être au moins égale à celle imposée par la mise hors gel, doit atteindre au minimum 0,80 m en zone d'exposition moyenne et 1,20 m en zone d'exposition forte (selon la carte d'exposition au retrait-gonflement des argiles, nous sommes dans une zone d'exposition forte) ;
    - Un ancrage 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 les bâtiments à sous-sol partiels). La construction d'une dalle sur vide sanitaire sera prévue en l'absence de sous-sol ;
    - 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 ;
- Les variations de teneur en eau du terrain à proximité de l'ouvrage dues aux apports d'eaux pluviales et de ruissellement seront limitées par la mise en œuvre des dispositions suivantes :
    - Les eaux de gouttière seront éloignées de l'ouvrage avec un exutoire en aval de celui-ci ;
    - Les réservoirs de collecte des eaux pluviales seront équipés d'un système empêchant le déversement des eaux de trop plein dans le sol proche de la construction ;
    - L'étanchéité des puisards qui seraient situés à proximité de l'ouvrage devra être assurée ;
    - Les eaux de ruissellement seront détournées à distance de la construction en mettant en œuvre un réseau de drainage ;
    - La surface du sol aux abords de la construction est imperméabilisée ;
    - Les canalisations enterrées devront pouvoir subir des mouvements différentiels sans risque de rupture, ce qui suppose notamment l'utilisation de matériaux flexibles avec joints adaptés ;

- Les variations de teneur en eau du terrain à proximité de l'ouvrage causées par l'action de la végétation seront limitées par la mise en œuvre des dispositions suivantes :
    - La construction sera éloignée du champ d'influence de la végétation, c'est-à-dire à une distance égale à au moins la hauteur d'un arbre à maturité et une fois et demi la hauteur d'une haie. A défaut, un écran anti-racines de 2 m de profondeur minimum, sera mis en place au plus près des arbres ;
    - La végétation pourra être retirée avant le début de la construction afin de permettre un rétablissement des conditions naturelles de la teneur en eau du terrain ;
- 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 cette source de chaleur le long des murs intérieurs.

Le schéma présenté ci-après résume ces dispositions constructives :



4.2.2. Application au site étudié

Les essais réalisés en laboratoire ont mis en évidence un terrain présentant une sensibilité moyenne à forte au phénomène de retrait-gonflement des argiles.

Ces résultats conduisent à retenir, pour la parcelle concernée par la présente étude, une zone d'exposition forte au retrait-gonflement des argiles.

4.3. Autres aléas géotechniques concernant le terrain étudié

Selon les informations recueillies au § 3.1, les autres aléas géotechniques auxquels le terrain étudié est soumis sont :

- Le risque sismique,
- Le potentiel radon.

Des dispositions particulières de mise en œuvre et de construction devront être prévues pour se prémunir vis-à-vis de ces risques.

Elles seront établies en tenant compte des prescriptions constructives liées au risque RGA et à l'adaptation du projet de construction vis-à-vis des caractéristiques lithologiques et mécaniques du sol, dans le cadre d'une étude géotechnique de conception de type G2.

5. OBSERVATIONS

Les conclusions du présent rapport sont données sous réserve des conditions particulières jointes en annexe.

Nous rappelons que ce rapport correspond à une étude géotechnique préalable conformément à l'arrêté du 22 juillet 2020 définissant le contenu des études géotechniques à réaliser dans les zones exposées au phénomène de mouvement de terrain différentiel consécutif à la sécheresse et à la réhydratation des sols.

6. CONDITIONS PARTICULIERES

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

La Société E.C.R. ENVIRONNEMENT serait dégagée 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 E.C.R. 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 les dites 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 de novembre 2013

CLASSIFICATION DES MISSIONS TYPES D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE

Extrait de la norme AFNOR sur les MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE (NF P 94-500 - version de Novembre 2013)

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.

ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (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).

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE 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.

ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G4, 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.

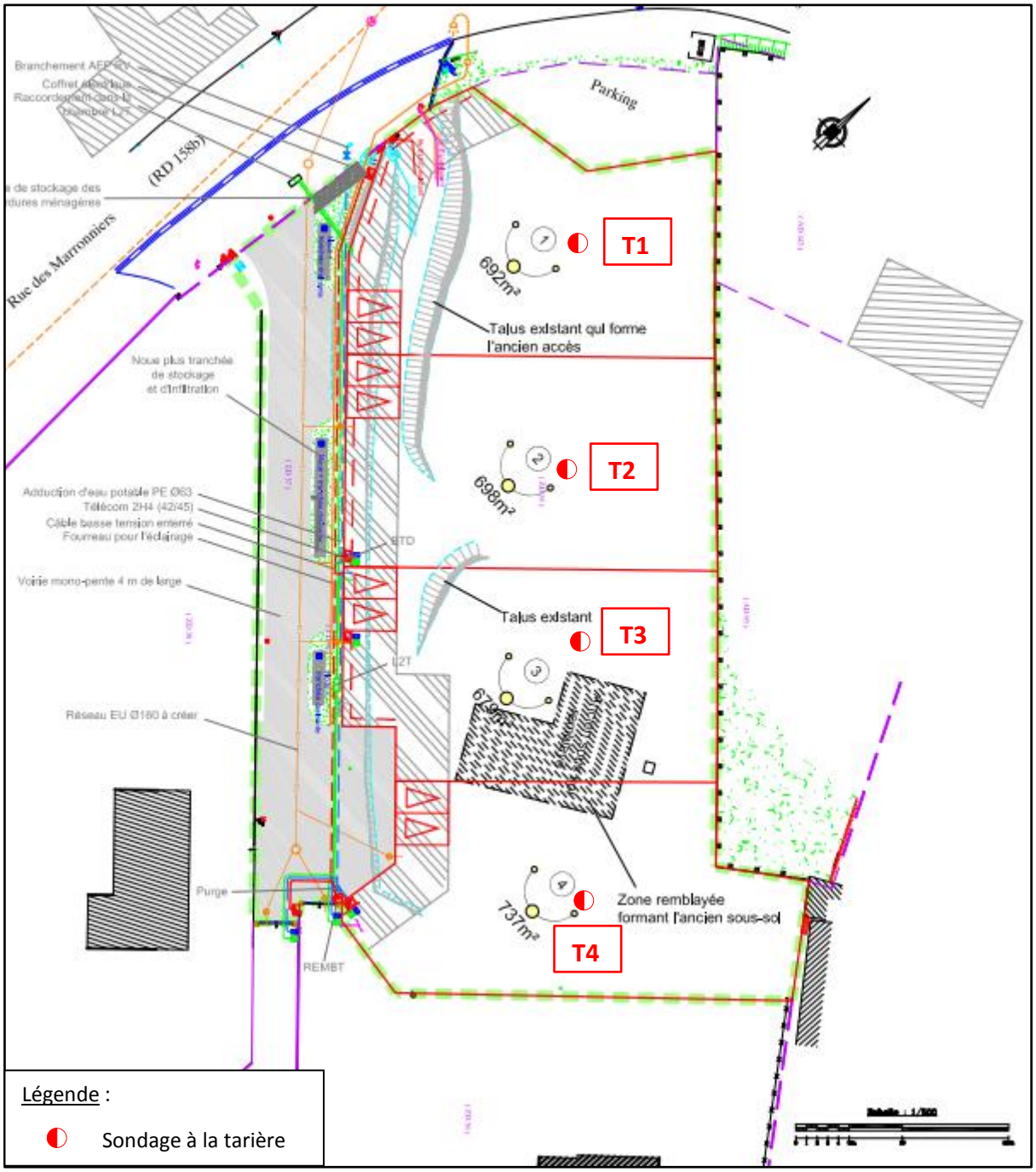
DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

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 géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).

Annexe 2

Plan d'implantation des sondages


Parking
(RD 158b)
Rue des Marronniers
Noue plus tranchée de stockage et d'infiltration
Adduction d'eau potable PE Ø63
Télécom 2H4 (42/45)
Câble basse tension enterré
Fourreau pour l'éclairage
Voirie mono-pente 4 m de large
Réseau EU Ø160 à créer
Purge
REMBT
ETD
692m²
698m²
737m²
T1
T2
T3
T4
Talus existant qui forme l'ancien accès
Talus existant
Zone remblayée formant l'ancien sous-sol
Légende :
Sondage à la tarière

Annexe 3

Résultats des investigations in-situ

Client : **M2C Promotion**
Etude : **Projet de lotissement de 4 lots**
Site : **MOULINS-EN-BESSIN (14)**

N° d'affaire : **1403630**
Mission : **EGP**
Date : **10/09/2021**

Sondage géologique : T1

Echelle : 1/10

Profondeur (m/T.N.)	Lithologie	Eau	Outil	Equipement / Observations
0	Terre végétale	Néant	Tarière hélicoïdale continue Ø 63 mm	
0,40 m				
1	Calcaire altéré marron à passages argileux			
1,50 m				

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr
EXGTE ß3.20.10

Client : **M2C Promotion**
Etude : **Projet de lotissement de 4 lots**
Site : **MOULINS-EN-BESSIN (14)**

N° d'affaire : **1403630**
Mission : **EGP**
Date : **10/09/2021**

Sondage géologique : T2

Echelle : 1/10

Profondeur (m/T.N.)	Lithologie	Eau	Outil	Equipement / Observations
0	Terre végétale	Néant	Tarière hélicoïdale continue Ø 63 mm	
0,30 m				
	Calcaire compact marron à passages argileux			
1				
1,50 m				

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr
EXGTE ß3.20.10

Client : **M2C Promotion**
Etude : **Projet de lotissement de 4 lots**
Site : **MOULINS-EN-BESSIN (14)**

N° d'affaire : **1403630**
Mission : **EGP**
Date : **10/09/2021**

Sondage géologique : T3

Echelle : 1/10

Profondeur (m/T.N.)	Lithologie	Eau	Outil	Equipement / Observations
0	Terre végétale	Néant	Tarière hélicoïdale continue Ø 63 mm	
0,30 m				
	Calcaire compact marron à passages argileux			
1				
1,50 m				

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr
EXGTE ß3.20.10

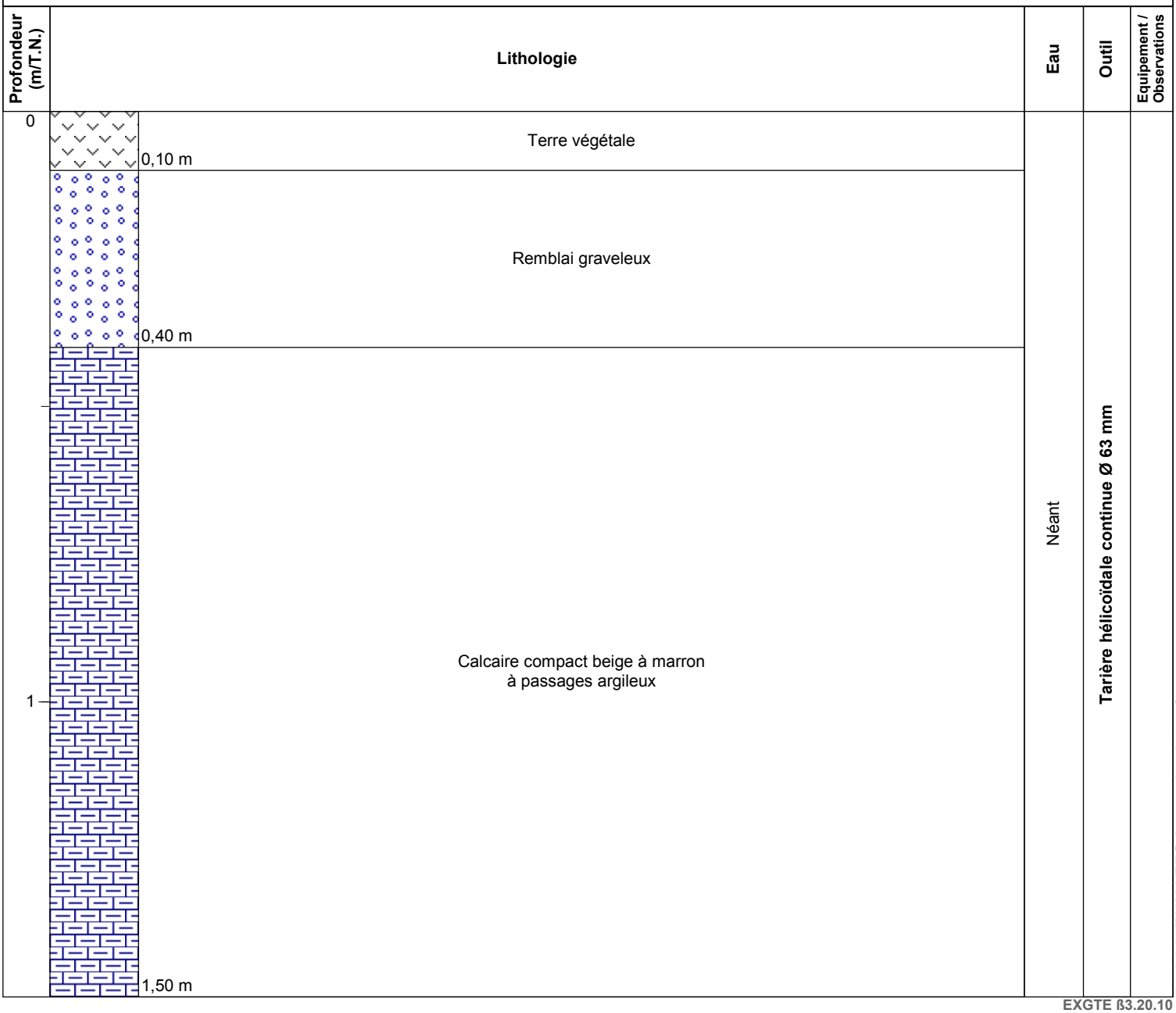
Atelier / Sondeur : ECOFORE SL 160 / GM

Client : **M2C Promotion**
Etude : **Projet de lotissement de 4 lots**
Site : **MOULINS-EN-BESSIN (14)**

N° d'affaire : **1403630**
Mission : **EGP**
Date : **10/09/2021**

Sondage géologique : T4

Echelle : 1/10



Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr
EXGTE ß3.20.10

Annexe 4

Résultats des essais en laboratoire

NextRoad ENGINEERING

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

N° dossier/ N° Affaire : **Q-18.2962 / F20.3328** Nom du chantier : **1403630 Moulins en Bessin** Client : **ECR Environnement**
Date de prélèvement : **10/09/2021** Mode de prélèvement : **T** Conservation : **Sacs hermétiques**
Date de l'essai : **27/09/2021** Opérateur : **JB** 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 (%)
1403630 Moulins en Bessin	T1	0,4-1,5	Marne calcaire	551,9	491,9	159,9	60,0	332,1	**18,1**
			w% VB 0/5mm	336,0	329,3	291,7	6,7	37,6	**17,8**
	T2	0,3-1,5	Marne calcaire	567,2	518,6	174,9	48,6	343,7	**14,1**
			w% VB 0/5mm	452,6	433,7	294,4	18,9	139,4	**13,5**
	T3	0,3-1,5	Marne calcaire	537,5	506,9	343,8	30,6	163,1	**18,8**
			w% VB 0/5mm	331,7	318,6	244,7	13,1	73,9	**17,7**
	T4	0,4-1,5	Marne calcaire	624,6	559,7	294,1	64,9	265,6	**24,4**
			w% VB 0/5mm	338,7	330,1	290,7	8,6	39,4	**21,8**

PROCES-VERBAL D'ESSAI

ESSAI AU BLEU DE METHYLENE NF P94-068 Octobre 1998

N° du dossier : **Q-18.2962** N° d'Affaire : F21.3328

Client : **ECR CAEN** Date d'essai : 27/09/2021

m du chantier : **1403630 Moulins en Bessin** Opérateur : JB

Sondage	Masse humide (g)	Teneur en eau (%)	Masse sèche (g)	Masse totale initiale M1 (g)	Masse totale bleu M2 (g)	**VB**
T1	48,41	17,8	41,1	736,5	872,7	**3,3**
T2	49,72	13,5	43,8	723,1	820,3	**2,2**
T3	44,30	17,7	37,6	738,1	856,3	**3,1**
T4	39,23	21,8	32,2	738,9	906,1	**5,2**

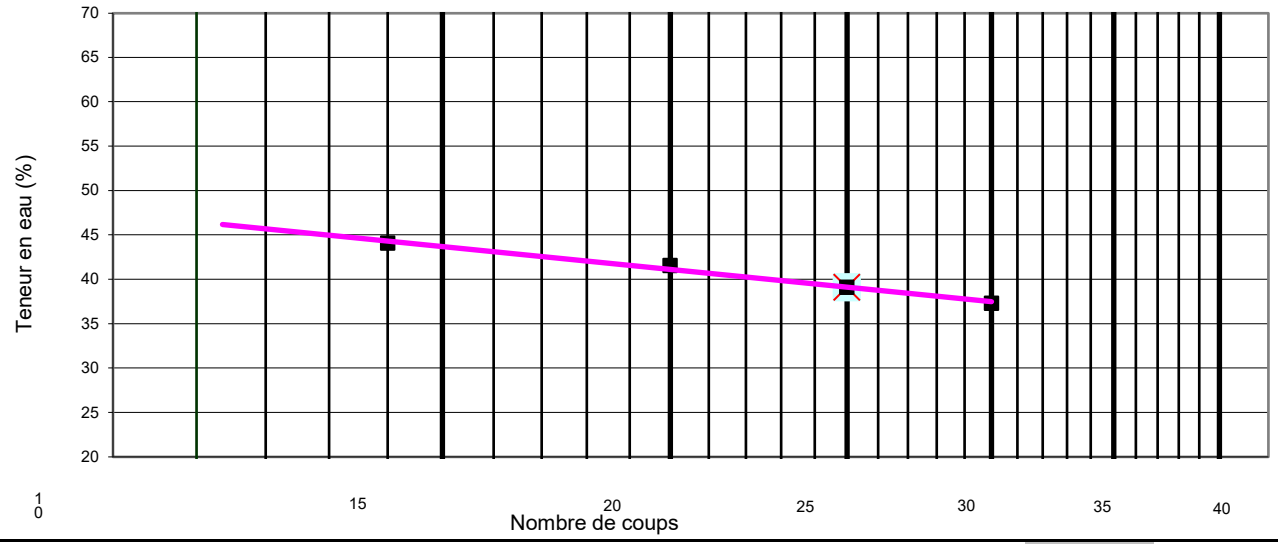
NextRoad ENGINEERING

PROCES-VERBAL D'ESSAI

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 : **F21.3328**
Client : **ECR Environnement CAEN**
Nom du chantier : **1403630 Moulins en Bessin**
Date d'essai : **28/09/2021**
N° Sondage : **T3**
Profondeur (m) : **0,3-1,5m**
Opérateur : **JB**

	LIQUIDITE					PLASTICITE	
Nombre de coups	14	20	25	30			
N° de la tare	A	B	C	D		1	2
Poids total humide	15,90	16,26	16,85	16,31		10,46	10,98
Poids total sec	11,20	11,64	12,26	12,02		10,00	10,44
Poids de la tare	0,54	0,52	0,52	0,52		8,00	8,04
Poids net de l'eau	4,70	4,62	4,59	4,29		0,46	0,54
Poids net matériau sec	10,66	11,12	11,74	11,50		2,00	2,40
Teneur en eau (%)	44,1	41,5	39,1	37,3		23,0	22,5



LIMITE DE LIQUIDITE	**WL =**	**39**	%
LIMITE DE PLASTICITE	**WP =**	**23**	%
Teneur en eau Naturelle Wnat =	**18,8**	Indice de plasticité **Ip** :	**16**
		Indice de consistance **Ic** :	**1,24**

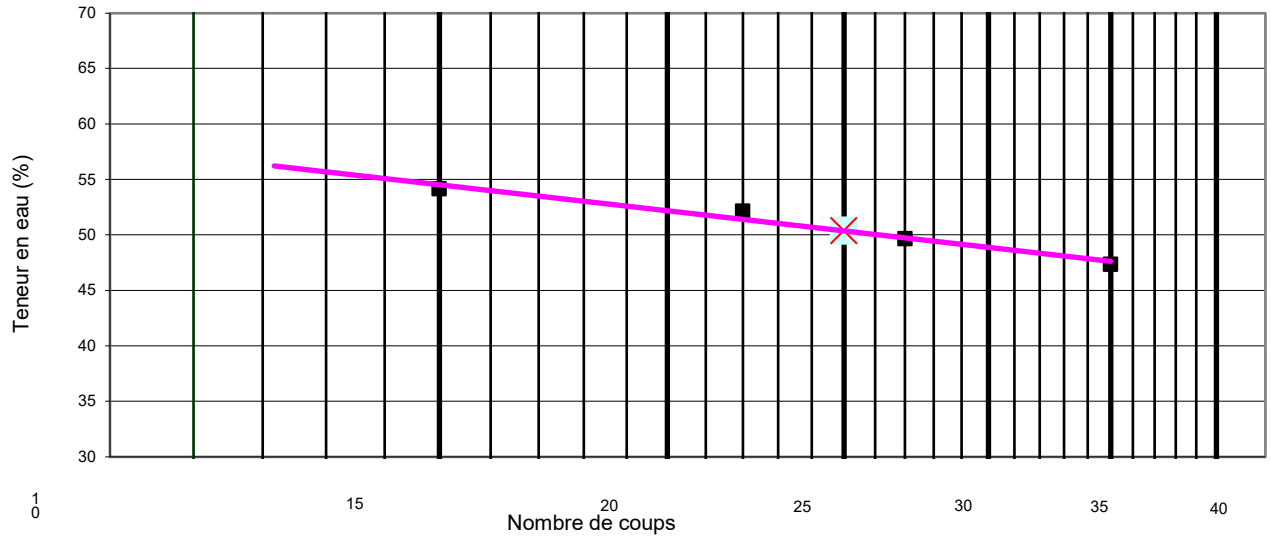
NextRoad ENGINEERING

PROCES-VERBAL D'ESSAI

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 : **F21.3328**
Client : **ECR Environnement CAEN**
Nom du chantier : **1403630 Moulins en Bessin**
Date d'essai : **28/09/2021**
N° Sondage : **T4**
Profondeur (m) : **0,4-1,5m**
Opérateur : **JB**

	LIQUIDITE					PLASTICITE	
Nombre de coups	15	22	27	35			
N° de la tare	A	B	C	D		1	2
Poids total humide	14,21	16,45	16,13	15,64		10,94	11,21
Poids total sec	9,40	11,00	10,95	10,78		10,37	10,60
Poids de la tare	0,52	0,55	0,52	0,52		8,16	8,25
Poids net de l'eau	4,81	5,45	5,18	4,86		0,57	0,61
Poids net matériau sec	8,88	10,45	10,43	10,26		2,21	2,35
Teneur en eau (%)	54,2	52,2	49,7	47,4		25,8	26,0



LIMITE DE LIQUIDITE	**WL =**	**50**	%
LIMITE DE PLASTICITE	**WP =**	**26**	%
Teneur en eau Naturelle Wnat =	**24,4**	Indice de plasticité **Ip** :	**25**
		Indice de consistance **Ic** :	**1,06**