

HYDROGEOTECHNIQUE

Spécialistes en études de sol,
chaussée et environnement.

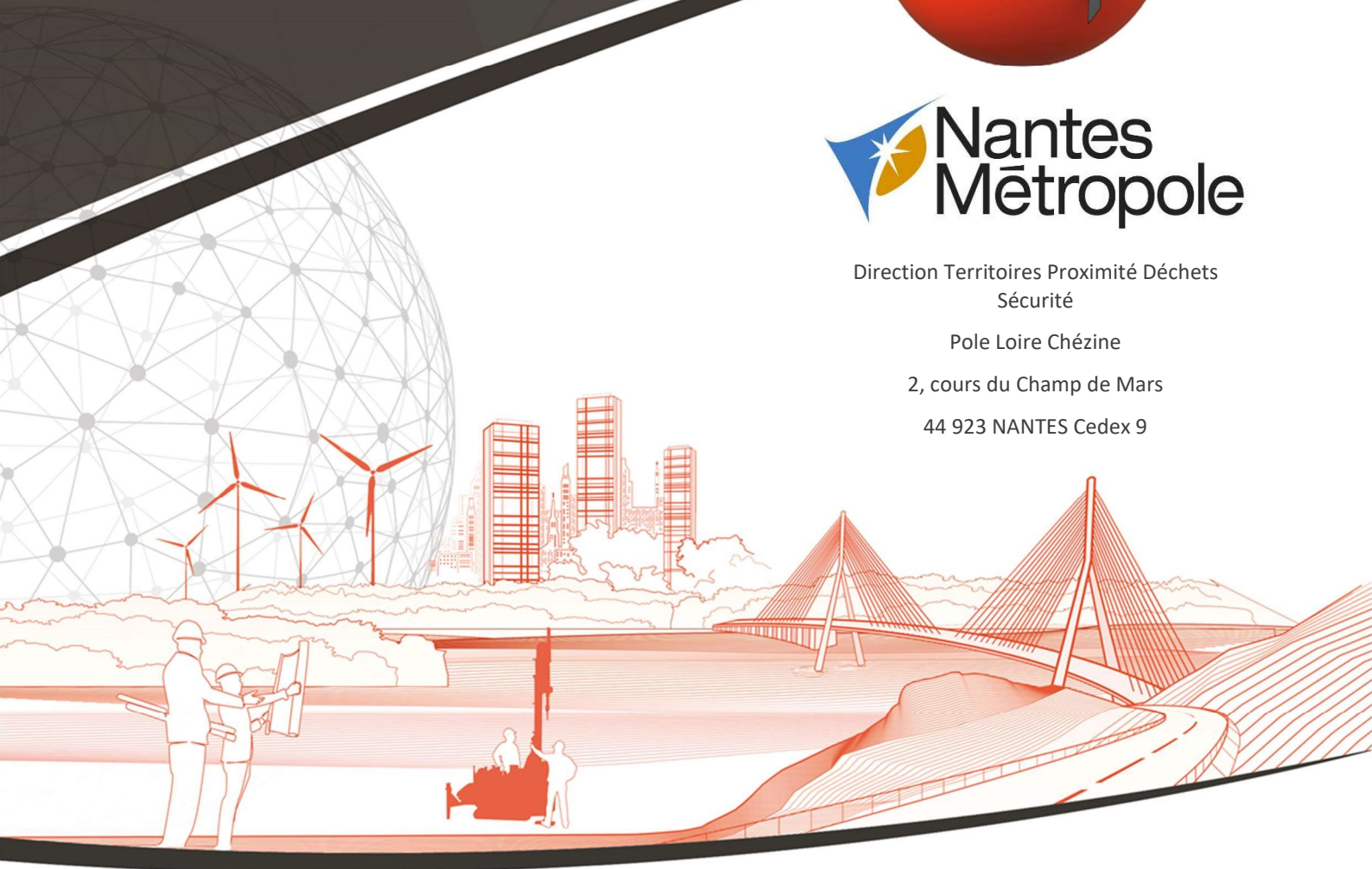


Direction Territoires Proximité Déchets
Sécurité

Pole Loire Chézine

2, cours du Champ de Mars

44 923 NANTES Cedex 9



RAPPORT D'ÉTUDE GÉOTECHNIQUE

Extension P+R de la Gare

COUËRON (44)

Études géotechniques (G1 / G2 AVP)

DOSSIER N°	INDICE	DATE	RÉDACTEUR	CONTRÔLEUR	OBSERVATIONS / MODIFICATIONS
C.23.35.070	A	27/07/2023	G.SALAUN	J. ANDRÉ	-

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION	3
1.1. MISSIONS	3
1.2. RÉFÉRENTIELS	5
1.3. DOCUMENTS FOURNIS	5
1.4. DESCRIPTION DU PROJET AU STADE DE NOTRE MISSION	5
2. ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉLIMINAIRE DE SITE - MISSION G1	7
2.1. ETUDE DE SITE	7
2.2. CONTEXTE HISTORIQUE	8
2.3. ZONE D'INFLUENCE GEOTECHNIQUE	9
2.4. CONTEXTE GÉOLOGIQUE	10
2.5. CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE	11
2.6. RISQUES NATURELS ET ANTHROPIQUES	11
3. PROGRAMME SPÉCIFIQUE D'INVESTIGATIONS MIS EN ŒUVRE – MISSION G1 / G2 AVP	17
3.1. PROGRAMME SPÉCIFIQUE	17
3.2. IMPLANTATION ET CALAGE ALTIMÉTRIQUE	17
4. RÉSULTATS DES INVESTIGATIONS ET INTERPRÉTATION – MISSION G1 / G2 AVP	18
4.1. LITHOLOGIE ET CARACTÉRISTIQUES GÉOTECHNIQUES	18
4.2. HYDROGÉOLOGIE	20
5. CONDITIONS SISMIQUES.....	22
6. SYNTHÈSE DES DONNÉES DE SOL ET ALÉAS GÉOTECHNIQUES – MISSION G1 / G2 AVP	23
6.1. SYNTHÈSE DES DONNÉES GÉOTECHNIQUES	23
6.2. ALÉAS	24
7. PRINCIPES GÉNÉRAUX DE CONSTRUCTION – MISSION G2 AVP	26
8. PRINCIPES GÉNÉRAUX DES TERRASSEMENTS – MISSION G2 AVP	27
8.1. TRAFICABILITÉ ET TRAVAUX PRÉPARATOIRES	27
8.2. TERRASSEMENTS ET RÉEMPLOI	27
8.3. DISPOSITIFS D'ASSAINISSEMENT ET DE DRAINAGE	28
9. ÉBAUCHE DIMENSIONNELLE DES ÉPAISSEURS DES COUCHES DE FORME SOUS VOIRIES – MISSION G2 AVP	29
9.1. PRINCIPE	29
9.1. PRÉPARATION DES ARASES	29
9.2. COUCHE DE FORME SOUS VOIRIES	30
9.3. RECEPTION DE LA COUCHE DE FORME	32
9.4. SUJETIONS D'EXECUTION	32
ANNEXES	34
ANNEXE 1 ÉTAT DES RISQUES RÉGLEMENTÉS	35
ANNEXE 2 PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES	45
ANNEXE 3 COUPES DES SONDAGES	47
ANNEXE 4 RÉSULTATS DES ESSAIS DE PERMÉABILITÉ IN SITU	56
ANNEXE 5 RESULTATS DES ESSAIS EN LABORATOIRE	60
ANNEXE 6 MISSIONS GÉOTECHNIQUES	64



1. INTRODUCTION

1.1. MISSIONS

À la demande et pour le compte de **NANTES METROPOLE**, l'agence de NANTES du Bureau d'Etudes HYDROGÉOTECHNIQUE NORD a procédé à l'exécution des sondages, essais et études géotechniques préalables à l'**extension du parking relais de la gare**, situé sur la commune de **COUËRON (44)**.

Cette étude s'inscrit dans le cadre de la norme NF P94-500 des missions type d'ingénierie géotechnique de l'AFNOR-USG (Novembre 2013), qui suivent les étapes d'élaboration et de réalisation de tout projet, à savoir :

- **ÉTAPE 1 : étude géotechnique préalable (G1)**
 - **ES : Phase Étude de Site,**
 - **PGC : Phase Principes Généraux de Construction,**
- **ÉTAPE 2 : étude géotechnique de conception (G2)**
 - **AVP : Phase Avant-Projet,**
 - **PRO : Phase Projet,**
 - **DCE / ACT : Phase Dossier de Consultation des Entreprises et Assistance aux Contrats de Travaux**
- **ÉTAPE 3 : études géotechniques de réalisation**
 - **Étude et suivi géotechnique d'exécution (G3)**
 - Phase étude,
 - Phase suivi.
 - **Supervision géotechnique d'exécution (G4)**
 - Phase étude,
 - Phase suivi.
- **Étude d'éléments spécifiques géotechniques**
 - **Diagnostic géotechnique (G5).**

L'étude géotechnique conduite sur le terrain, ainsi que le présent rapport correspondent aux **missions G1 et G2 AVP** de l'Union Syndicale Géotechnique. Vous trouverez en annexe la classification, le contenu et le schéma d'enchaînement de ces missions.

Les hypothèses prises lors de l'établissement de ce rapport s'entendent sous réserve de la stricte application de cette norme et plus généralement de l'ensemble des normes et règlements en vigueur.

Ce rapport a été rédigé par **Galatée SALAUN**, Ingénieur Géotechnicien, diplômée de Polytech Orléans, vérifié et approuvé par **Jérémy ANDRÉ** diplômé du Master de Géologie appliquée de l'Université de Franche-Comté.

Les objectifs de cette étude sont :

- l'appréhension des caractéristiques géologiques, hydrogéologiques et géotechniques des sols au droit du projet,
- la présentation des principes généraux de construction des ouvrages géotechniques, à savoir :
 - les principes des terrassements,
 - les points principaux relatifs au drainage,
- le pré-dimensionnement des couches de forme sous les futures voiries.

Notre mission de type G1 et G2 AVP s'arrête à la remise de ce rapport. Elle devra être suivie des missions de type G2 AVP/PRO et DCE/ACT, G4. Ponctuellement, une mission G5 à définir par la Maîtrise d'Œuvre du projet, pourra être réalisée. La mission G3 est à la charge de l'entreprise adjudicataire des travaux.

Limites de cette étude :

Le caractère de cette étude est strictement de type géotechnique. Les aspects liés à la recherche de pollution éventuelle ou à la caractérisation des ouvrages enterrés et des incidences des vestiges et fouilles archéologiques sont exclus. Notre mission n'intègre pas l'étude des dispositifs d'assainissement ni l'étude de la possibilité d'infiltration des eaux pluviales.

La présence notamment de risque d'amiante présent naturellement dans les sols (amiante environnemental), d'amiante anthropique dans les remblais et d'amiante dans les structures de chaussées n'a pas été étudiée.

La présente étude peut présenter des contradictions avec les résultats de missions complémentaires (recherche de pollution notamment). Il appartiendra au Maître d'Œuvre de mettre en cohérence ces éléments, si nécessaire, à la réception des études.

1.2. RÉFÉRENTIELS

La campagne de sondages, ainsi que notre étude suivent les normes et documents français et plus particulièrement :

- Eurocodes 1 – NF-EN-1991-1 (mars 2003),
- Eurocodes 7 – NF-EN-1997-1 (juin 2005) et NF-EN-1997-2 (septembre 2007),
- Eurocodes 8 – NF-EN-1998-1 (septembre 2005) + A1 (mai 2013),
- Guide technique SETRA pour la réalisation des remblais et des couches de forme (septembre 1992),
- Normes relatives aux essais in situ et essais de laboratoire.

1.3. DOCUMENTS FOURNIS

Pour mener à bien notre mission, les documents suivants nous ont été fournis :

- Emprise du projet, avec les parcelles cadastrales nommé « Extension P+R de la gare à Couëron »,
- Dossier de présentation du projet de Nantes Métropole, non daté, non référencé.

1.4. DESCRIPTION DU PROJET AU STADE DE NOTRE MISSION

Aux abords de la gare de Couëron se trouve actuellement un parking relais dont la capacité est insuffisante. Le projet consiste en l'extension de ce parking sur environ 5000 m² et la création d'une liaison piétonne jusqu'à la gare. L'emprise de l'extension se trouve en partie ouest du parking actuel, occupant une partie d'une parcelle agricole et une partie d'une propriété privée comprenant un petit bâtiment.

Nous ne disposons pas du calage altimétrique de la future plateforme P+R. On supposera dans la suite du rapport que la plateforme sera calée au plus proche du niveau du terrain existant, sans déblai/remblai significatif.

Ci-dessous le plan d'implantation fourni par le Maître d'Ouvrage :



Plan d'implantation du projet

D'après les informations fournies par le Maître d'Ouvrage, le projet étudié est classé en **catégorie géotechnique 1** :

Classe de conséquence	Conditions de site	Catégorie géotechnique*	Base des justifications
CC1	Simple et connues	1	Expérience et reconnaissance géotechnique qualitative admises
CC1	Complexes	2	Reconnaissance géotechnique et calculs nécessaires
CC2	Simple		
CC2	Complexes	3	Reconnaissance géotechnique et calculs approfondis
CC3	Simple ou complexes		

* Cette classification est à confirmer par le Maître d'Ouvrage.

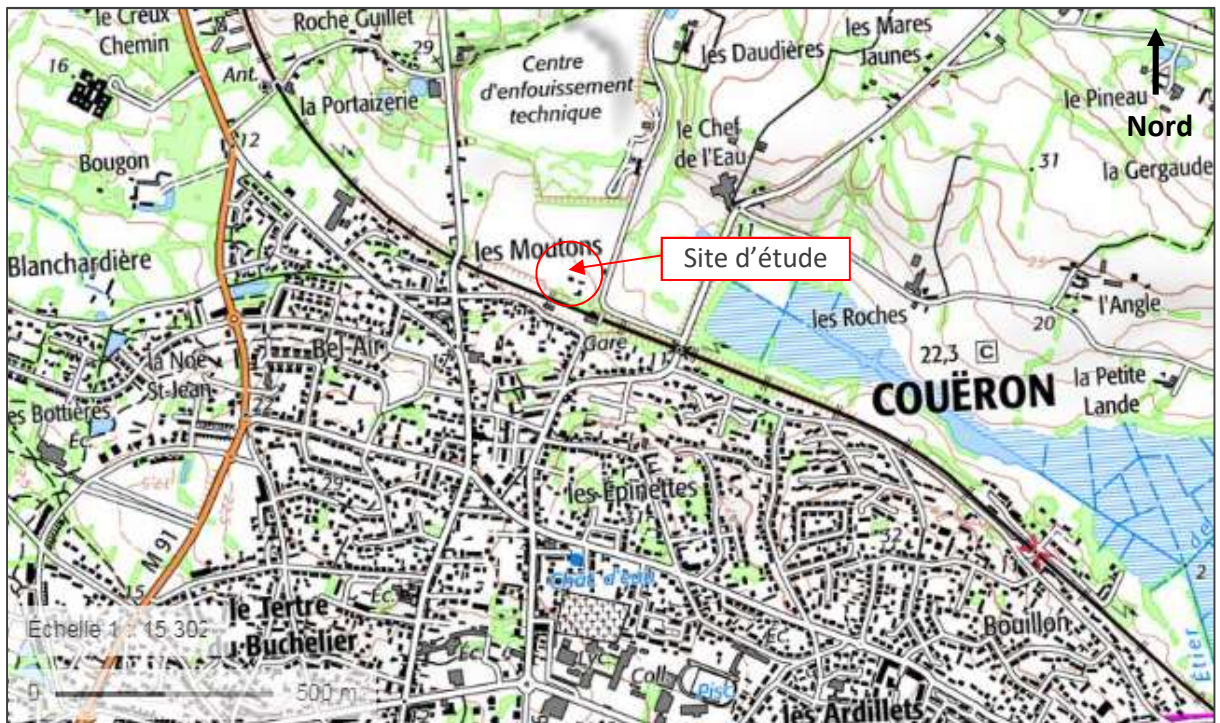
Tout changement d'implantation ou d'importance du projet par rapport aux hypothèses prises lors de l'établissement de ce rapport doit nous être communiqué et recevoir notre accord par écrit et faire l'objet d'une mission spécifique complémentaire. Ces changements peuvent modifier les conclusions de notre étude.

Cette étude a été réalisée en date du 27/07/2023. Nous attirons l'attention sur le fait qu'un certain nombre de paramètres peuvent évoluer dans la durée (environnement notamment). Au-delà d'un délai de 1 an, nous recommandons fortement une actualisation de nos conclusions.

2. ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉLIMINAIRE DE SITE - MISSION G1

2.1. ETUDE DE SITE

Le site d'étude correspond aux abords du parking relais de la gare de Couëron (44) et empiète sur une parcelle agricole ainsi que sur une partie du jardin d'une maison individuelle comprenant un petit bâtiment à démolir (garage ?). Les environs sont composés par des parcelles agricoles majoritairement, et plus loin se trouve la ville de Couëron au sud de la voie ferrée, le centre d'enfouissement technique au nord, et des marais sont présents à moins de 300 m à l'est de la zone d'étude.



Extrait de la carte IGN – Géoportail

D'un point de vue topographique, le site d'étude se trouve à environ +14 m NGF. Au nord de la parcelle, le terrain est légèrement en pente en direction du nord-est avec un point bas autour de +11 m NGF.



Vue aérienne de juillet 2022 – Géoportail

2.2. CONTEXTE HISTORIQUE

Aucune information ne nous a été communiquée quant à l'historique du site. Par observation des vues aériennes anciennes (remonterletemps.ign.fr), il nous est possible de retracer un historique partiel du site.

Globalement la parcelle agricole a toujours été à usage de parcelle agricole. La maison individuelle au bord de la voie ferrée est déjà visible sur les vues aériennes de 1950-1965. Le parking relais existant est assez récent et a été construit après 2012.





Vues aériennes anciennes (remonterletemps.ign.fr)

Notons que ces informations sont à prendre avec précautions car elles sont issues de l'examen de photographies aériennes de faible définition.

2.3. ZONE D'INFLUENCE GEOTECHNIQUE

Au vu du projet tel que défini à ce stade des études, la ZIG correspond à :

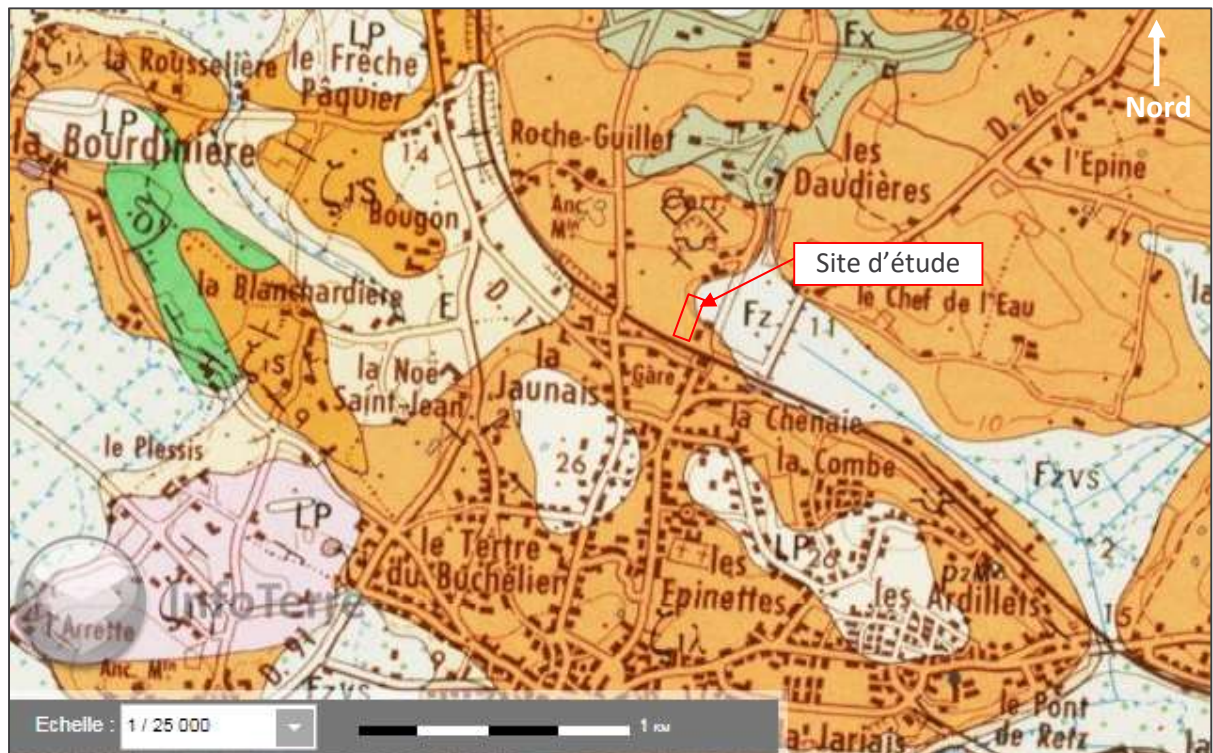
- L'emprise du projet sur la parcelle agricole,
- L'emprise du projet sur le jardin de la propriété privée,
- La présence d'un petit bâtiment sur la propriété privée qui devra être démoli,
- Les accès se feront par le parking relais existant,
- Une végétation arbustive est présente dans l'emprise du projet, nécessitant des travaux d'abattage et de dessouchage.

2.4. CONTEXTE GÉOLOGIQUE

D'après la carte géologique de Nantes éditée par le BRGM au 1/50 000^{ème}, et des données d'archives en notre possession, la succession lithologique devrait être la suivante, sous les éventuelles formations de surface non mentionnées par le document :

- Fz : Alluvions fluviatiles modernes
- Leptynites et gneiss leptyniques (roches métamorphiques)

Si des alluvions sont rencontrées sur site, ce sera a priori plutôt en partie nord, près d'un point bas topographique. Les gneiss pourront quant à eux présenter une frange d'altération plus ou moins caillouteuse en tête sur une épaisseur variable.



Carte géologique de Nantes au 1/50 000^{ème} Infoterre

2.5. CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE

Dans ce contexte, plusieurs types de nappes sont possibles :

- Une nappe parasite située au sein des sols meubles en tête, se formant à la faveur de situations météorologiques défavorables, avec des circulations d'eau conditionnées par le jeu des perméabilités variables d'une poche à l'autre,
- Une nappe de rétention contenue dans les matériaux d'altération du substratum rocheux, évoluant en relation avec les conditions météorologiques,
- Une nappe de fracturation, éventuellement en charge, calée en profondeur au sein du substratum rocheux mentionné par la carte géologique du secteur, avec des circulations conditionnées par la fracturation et la fissuration du massif.

Attention, la piézométrie de ces différents aquifères n'est pas nécessairement confondue.

2.6. RISQUES NATURELS ET ANTHROPIQUES

Le tableau ci-après récapitule les risques référencés au droit de la parcelle étudiée sur le site gouvernemental www.georisques.gouv.fr.

RISQUE ÉTUDIÉ	ALÉA
Sismicité	Zone 3
Inondation	PPRI-LOIRE Aval Agglo Nantaise
Remontée de nappe / Inondation de cave	Non concerné
Mouvement de terrain	Non concerné
Retrait/gonflement des argiles	Faible
Cavités souterraines	Non concerné
Radon	Catégorie 3
Submersion marine	Non concerné
Tempêtes	Non concerné
Avalanches	Non concerné
Incendies de forêt	Non concerné
Minier	Non concerné
Installations industrielles classées	2 sites ICPE dans un rayon de 500m
Canalisations de transports de matières dangereuses	Non concerné
Pollution des sols	3 sites CASIAS dans un rayon de 500m
Rupture de barrage	Non concerné
Risque technologique	Non concerné
Nucléaire	Non concerné
Bruit	Non concerné

L'état des risques prérempli mis à disposition par l'État depuis www.georisques.gouv.fr répondant au modèle arrêté par le ministre chargé de la prévention des risques prévus à l'article R.125-26 du code de l'environnement est présenté en annexe 1.

Les arrêtés de catastrophes naturelles pris sur la commune sont les suivants :

Inondations et/ou Coulées de Boue : 3

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
INTE1322057A	27/07/2013	27/07/2013	10/09/2013	13/09/2013
INTE9300315A	03/12/1992	04/12/1992	23/06/1993	08/07/1993
INTE9900627A	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999

Mouvement de Terrain : 1

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
INTE9900627A	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999

Chocs Mécaniques liés à l'action des Vagues : 1

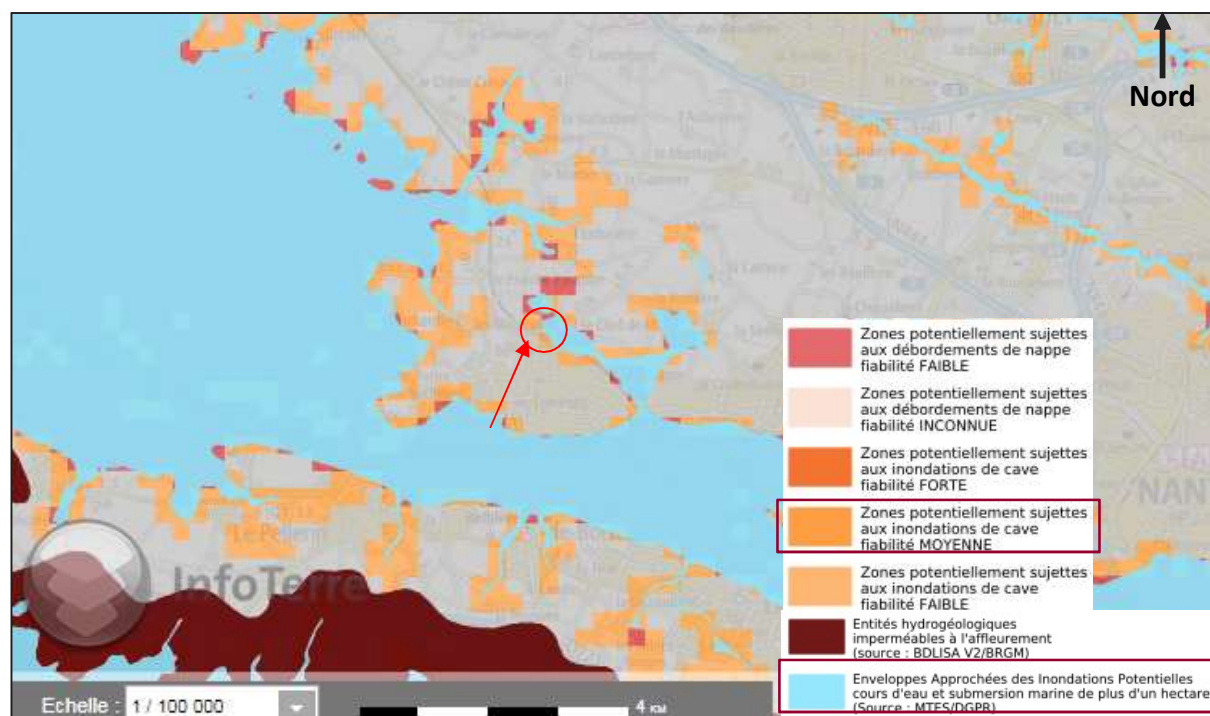
Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
IOCE1006974A	28/02/2010	28/02/2010	11/03/2010	13/03/2010

Liste des arrêtés CAT-NAT - Géorisques

2.6.1. RISQUE D'INONDATION PAR REMONTÉES DE NAPPES

On fournit ci-dessous un extrait de la cartographie de la sensibilité aux phénomènes de remontées de nappes en domaine sédimentaire et de socle. Cette carte a pour objectif l'identification et la délimitation des zones sensibles aux inondations par remontées de nappes.

Le portail Internet classe le site en **zone potentiellement sujette aux inondations de cave pour une fiabilité moyenne** et en **enveloppe approchée des inondations potentielles cours d'eau de plus d'un hectare**, notamment du fait de la proximité des marais (étier de Beaulieu) :



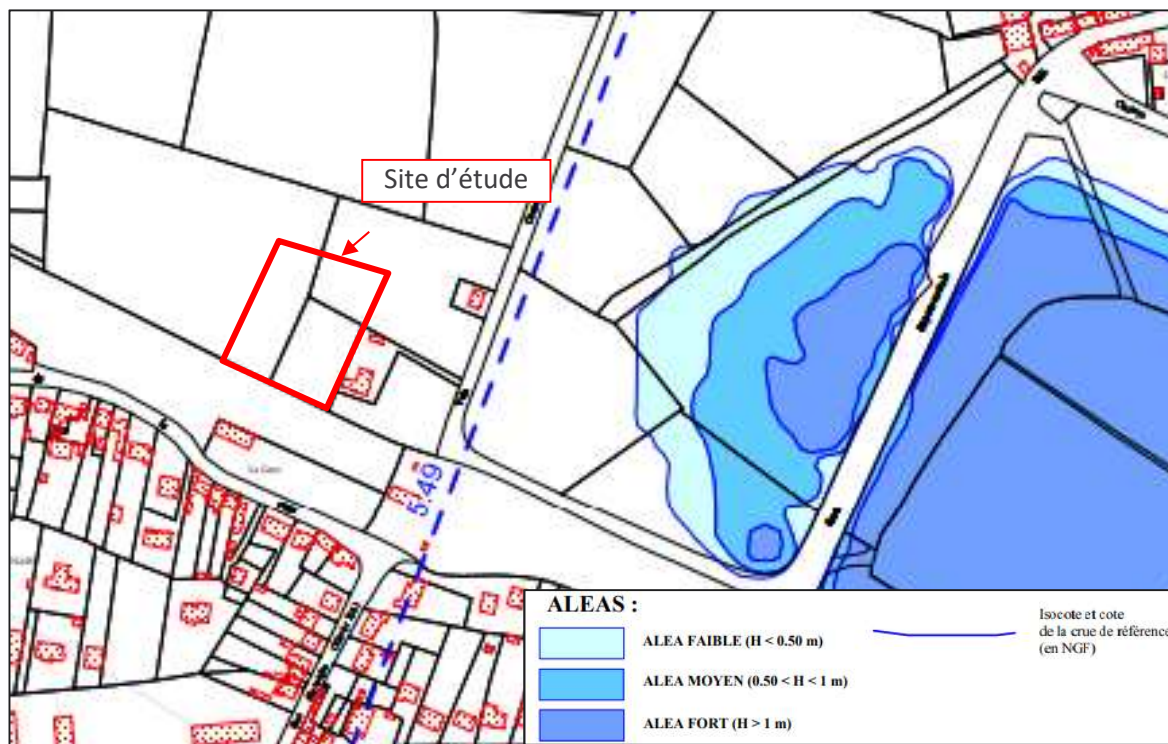
Extrait de la cartographie inondation de nappe – Infoterre

De manière générale, on retiendra que ces cartes sont difficilement exploitables pour notre projet, situé dans un secteur fortement urbanisé, avec des aménagements susceptibles de modifier / perturber les écoulements souterrains. Ces modifications / perturbations ne sont pas prises en compte dans ces cartographies.

Remarque : Ce genre d'analyse, par interpolation de données souvent très imprécises et provenant parfois de points éloignés les uns des autres, apporte des indications sur des tendances mais ne peut être utilisée localement à des fins de réglementation. Pour ce dernier cas, des études ponctuelles détaillées doivent être menées.

2.6.2. RISQUE D'INONDATIONS PAR DEBORDEMENT DE COURS D'EAU

Le site d'étude se situe en dehors des zones de préconisation d'après le plan de prévention des risques d'inondations LOIRE Aval Agglo Nantaise et dont un extrait est présenté ci-après :

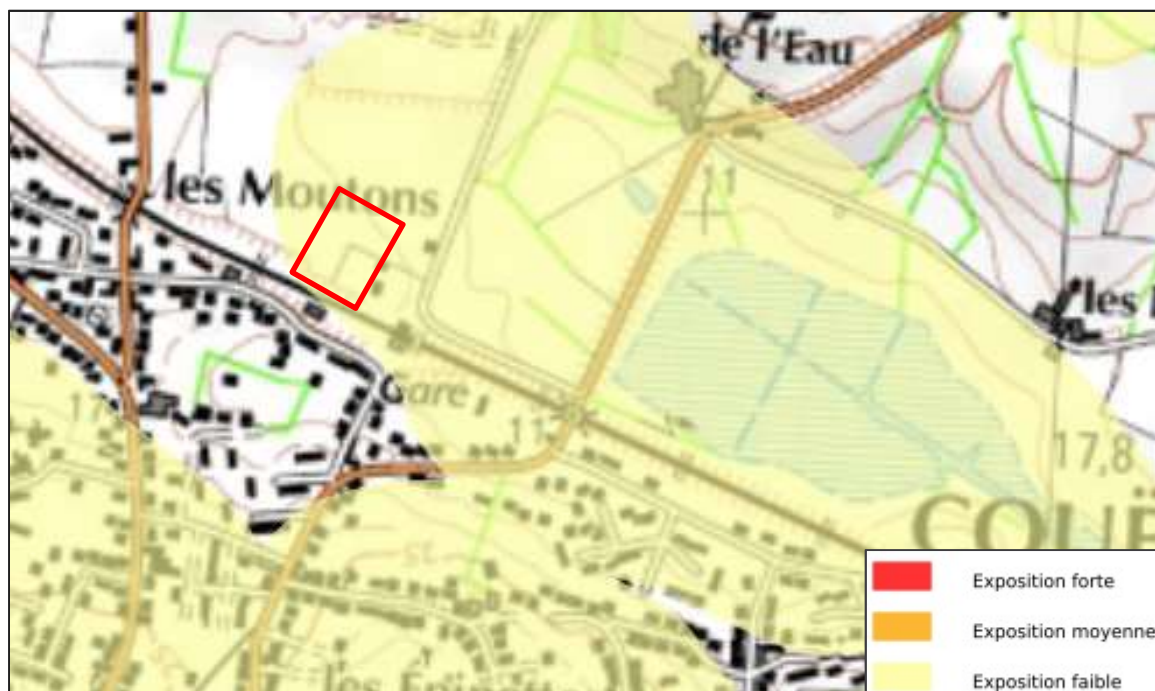


Extrait du PPRI-LOIRE Aval Agglo Nantaise

La cote NGF de la crue de référence du PPRI est établie au plus proche de la zone d'étude à +5.49 m NGF. On rappelle que le site d'étude est quant à lui calé entre +11 m NGF et +14.5 m NGF approximativement. Le site se trouve à environ 130m de la zone soumise à la réglementation du PPRI.

2.6.3. EXPOSITION AU PHÉNOMÈNE DE RETRAIT GONFLEMENT DES SOLS ARGILEUX

La cartographie de l'exposition des sols argileux aux phénomènes de retrait gonflement dont un extrait est présenté ci-après classe le site en **zone d'exposition faible**.



Exposition au retrait-gonflement des argiles (infoterre.brgm.fr)

2.6.4. BASE DE DONNÉES DES ANCIENS SITES INDUSTRIELS ET ACTIVITÉS DE SERVICE

Base des installations classées soumises à autorisation ou à enregistrement

Nom du site	Fiche détaillée
COMPAGNIE COMMERCIALE et PETROLIERE de L	https://www.georisques.gouv.fr/risques/installations/donnees/details/0006302266
CARRIERES CHASSE	https://www.georisques.gouv.fr/risques/installations/donnees/details/0006308055

Inventaire CASIAS des anciens sites industriels et activités de services

Nom du site	Fiche détaillée
JAGUET Yvon, Garage, station essence	https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP4002628
CARRIERES CHASSE - MORLAIX SA, Install. broyage	https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP4002639
LEBLANC Pierre, Dépôt chiffons, papiers, peaux, ferrailles, plumes	https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP4002640

Extrait de l'état des risques de la parcelle - Géorisques

2.6.5. SISMICITÉ

Depuis le 22 octobre 2010, la France dispose d'un nouveau zonage sismique divisant le territoire national en cinq zones de sismicité croissante en fonction de la probabilité d'occurrence des séismes (articles R563-1 à R563-8 du Code de l'Environnement modifiés par les décrets n°2010-1254 du 22 octobre 2010 et n°2010-1255 du 22 octobre 2010, ainsi que par l'Arrêté du 22 octobre 2010) :

une zone de sismicité 1 où il n'y a pas de prescription parasismique particulière pour les bâtiments à risque normal (l'aléa sismique associé à cette zone est qualifié de très faible),

quatre zones de sismicité 2 à 5, où les règles de construction parasismique sont applicables aux nouveaux bâtiments, et aux bâtiments anciens dans des conditions particulières.

Ici, le décret n°2010-1255 classe la zone étudiée en zone 3

Ces règles doivent être appliquées au moyen d'un coefficient d'importance γ_1 attribué à chacune des catégories d'importance du bâtiment. Les valeurs de ces coefficients sont données par le tableau suivant :

CATÉGORIE D'IMPORTANCE	COEFFICIENT D'IMPORTANCE γ_1
I	0,8
II	1
III	1.2
IV	1.4

La catégorie d'importance des ouvrages ne nous a pas été communiquée.

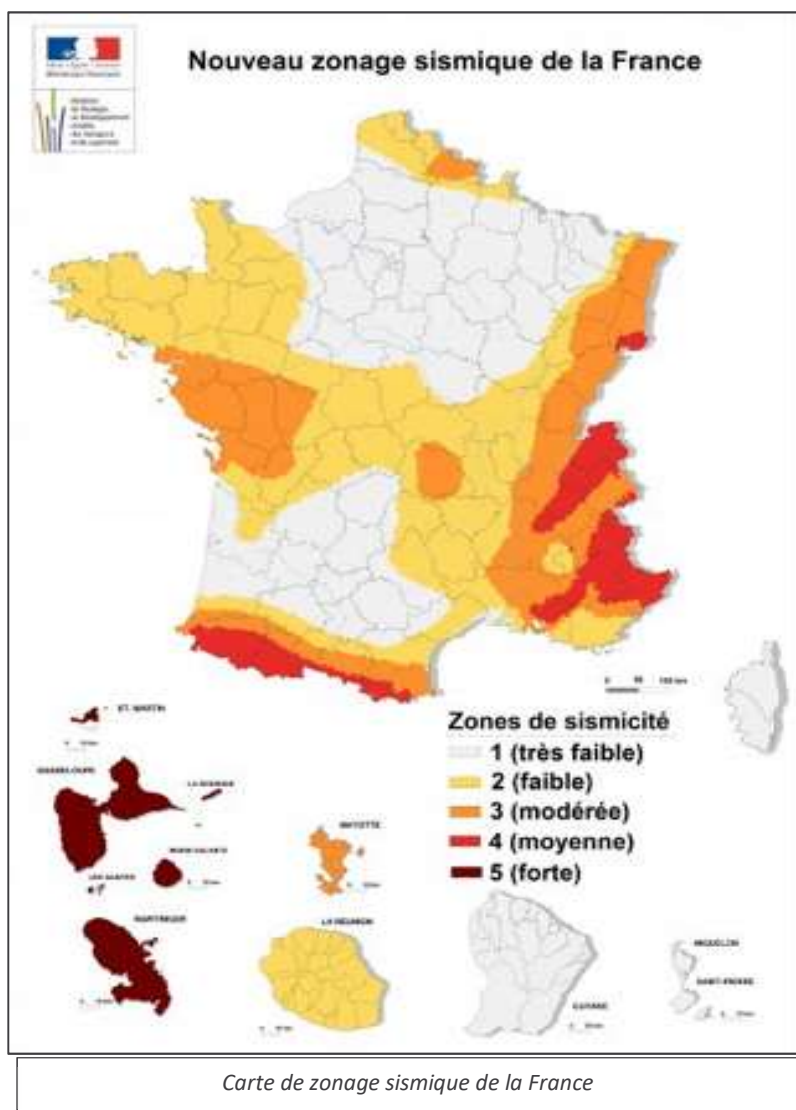
Le mouvement dû au séisme est représenté par un spectre de réponse élastique en accélération. Il est caractérisé au niveau d'un sol rocheux (sol de classe A) par la valeur d'accélération a_{gr} . Les valeurs des accélérations a_{gr} sont données dans le tableau suivant :

ZONES DE SISMICITÉ	a_{gr} (en m/s^2)
1 (très faible)	0,4
2 (faible)	0,7
3 (modérée)	1,1
4 (moyenne)	1,6
5 (forte)	3,0

Dans le cadre de cette étude $a_{gr} = 1.1 m/s^2$.

L'accélération horizontale de calcul est déterminée à partir d'un sol référence de classe A rocheux. Elle est égale au produit de l'accélération a_{gr} par le coefficient d'importance γ_1 ($a_g = a_{gr} * \gamma_1$), et dépend donc de la catégorie d'importance des ouvrages (non communiquée à ce stade). On retiendra donc :

- $a_g = a_{gr} * \gamma_1$
- $a_g = 1.1 * \gamma_1 (m/s^2)$



2.6.6. RISQUE RADON

D'après l'institut de radioprotection et de sûreté nucléaire, la commune de Couëron présente un potentiel de présence de radon de **catégorie 3**.

Les communes à potentiel radon de catégorie 3 sont celles qui, sur au moins une partie de leur superficie, présentent des formations géologiques dont les teneurs en uranium sont estimées plus élevées comparativement aux autres formations. Les formations concernées sont notamment celles constitutives de massifs granitiques mais également certains grès et schistes noirs.

Sur ces formations plus riches en uranium, la proportion des bâtiments présentant des concentrations en radon élevées est plus importante que dans le reste du territoire. Les résultats de la campagne nationale de mesure en France métropolitaine montrent ainsi que plus de 40% des bâtiments situés sur ces terrains dépassent 100 Bq.m-3 et plus de 6% dépassent 400 Bq.m-3.

3. PROGRAMME SPÉCIFIQUE D'INVESTIGATIONS MIS EN ŒUVRE – MISSION G1 / G2 AVP

3.1. PROGRAMME SPÉCIFIQUE

Nous avons mis en œuvre en juin 2023 les investigations imposées suivantes :

- **8 forages de reconnaissance géologique à la tarière hélicoïdale en diamètre 64 mm**, notés TAR1 à TAR8, descendus jusqu'aux refus rencontrés entre 0,5 m et 1,2 m de profondeur,
- **3 essais de perméabilité en forage ouvert à charge variable**, notés POR1, POR5 et POR7, réalisés dans un forage secondaire en tarière Ø 100 mm,
- **8 essais au pénétromètre dynamique lourd**, notés PD1 à PD8, réalisés selon la norme NF EN 22476-1 et couplés avec les sondages de reconnaissance géologique à la tarière, menés jusqu'aux refus entre 0,4 m et 1,2 m de profondeur.

Enfin au laboratoire :

- 3 mesures de la teneur en eau naturelle sur les fractions 0/D et 0/20 mm (NF EN ISO 17892-1)
- 3 essais au bleu de méthylène (NFP94-068)
- 3 analyses granulométriques (NF EN ISO 17892-4)

3.2. IMPLANTATION ET CALAGE ALTIMÉTRIQUE

Le plan d'implantation des sondages est présenté en annexe du rapport.

Les sondages n'ont pas été rattachés en nivellement à ce stade de l'étude. Un recalage par nivellement sera à envisager au moment de l'élaboration du plan topographique du site.

4. RÉSULTATS DES INVESTIGATIONS ET INTERPRÉTATION – MISSION G1 / G2 AVP

4.1. LITHOLOGIE ET CARACTÉRISTIQUES GÉOTECHNIQUES

L'analyse des coupes lithologiques des différents sondages permet de schématiser la lithologie de la manière suivante :

Description par couche :

Couche 0TV : Terre végétale

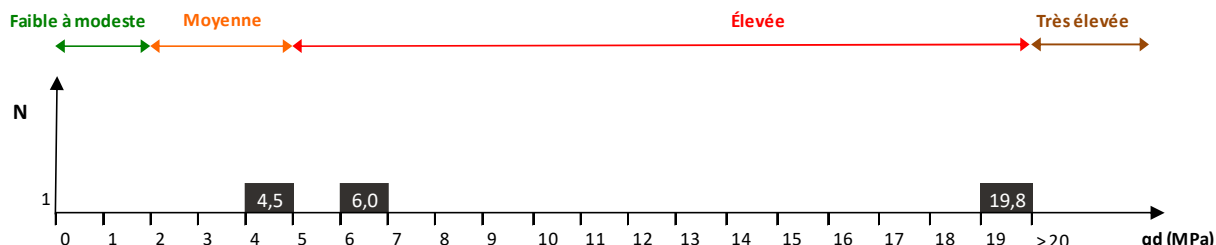
En tête des sondages se trouve un horizon de limons légèrement sableux marron à quelques cailloutis et radicelles sur environ 10 cm d'épaisseur dans nos sondages. Cette couche correspond un horizon de terre végétal.

La couche est limoneuse et par conséquent sensible à l'eau et au gel, ce qui signifie que sa portance et sa traficabilité seront amenées à chuter fortement en cas d'imbibition à la suite d'épisodes pluvieux intenses par exemple.

Couche 0R : Formation superficielle

Sur la parcelle privée uniquement (sondages TAR1 et TAR4), on observe par la suite des limons sableux marron à cailloux et cailloutis jusqu'à 0,3 à 0,4 m de profondeur environ, pouvant correspondre à des matériaux de remblais et/ou matériaux remaniés. Ces matériaux sont sensibles à l'eau et au gel.

Les compacités mesurées dans la couche sont hétérogènes, allant de moyennes à élevées :

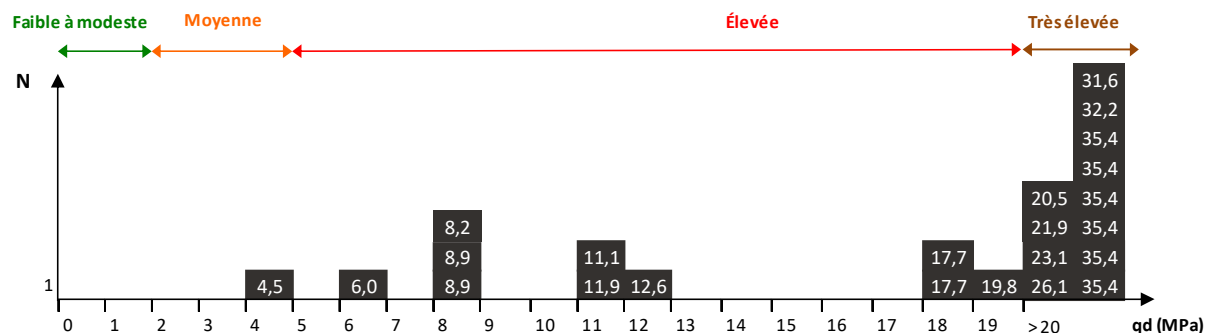


Bien que nous n'en ayons pas observés, il est toujours possible d'y observer des éléments exogènes (débris, vestiges, blocs...).

Couche 20 : Frange d'altération des gneiss

Dans l'ensemble des sondages sont observés par la suite des sables fins plus ou moins limoneux micacés gris à beiges assimilés à une frange d'altération du substratum de gneiss. Le refus est systématique observé dans la couche, à la tarière et au pénétromètre dynamique, témoignant de la proximité du substratum rocheux, à des profondeurs comprises entre 0,4 m et 1,2 m environ.

Les compacités mesurées dans la couche sont élevées à très élevées :



Identifications en laboratoire

Sondage	Prof. (m)	GTR	Dmax (mm)	% de passant						VBs	Wn 0/20
				50mm	20mm	5mm	2mm	400µm	80µm		
TAR2	0,1 - 1,0	A1	4,5	100	100	96	91	71	54,2	0,56	7,9
TAR4	0,4 - 0,9	B5	5,5	100	100	94	82	53	32,6	0,30	3,6
TAR8	0,1 - 1,2	B5	12,0	100	100	86	78	54	34,0	0,30	5,1

Les matériaux A1/B5 correspondent à des limons et sables fins sensibles à l'eau et au gel avec une charge variable en cailloux et cailloutis voire potentiellement des blocs localement en fonction du degré d'altération pouvant faire évoluer ces matériaux vers une classe C1A1 ou C1B5.

On gardera à l'esprit que :

- compte tenu du nombre limité de points d'investigations, cette esquisse reste schématique et que l'épaisseur des différentes couches n'est certaine qu'au droit des sondages réalisés,
- les sondages ont été réalisés en semi-destructif et en petit diamètre, que les limites de couches sont approximatives et que la blocométrie des formations n'a pu être mesurée,
- des horizons d'une nature différente de celle observée en forage peuvent être rencontrés, notamment en raison de la présence de remblais anthropiques en tête,
- que les essais au pénétromètre sont « aveugles » au-delà de la cote d'arrêt des sondages de reconnaissance géologique.

4.2. HYDROGÉOLOGIE

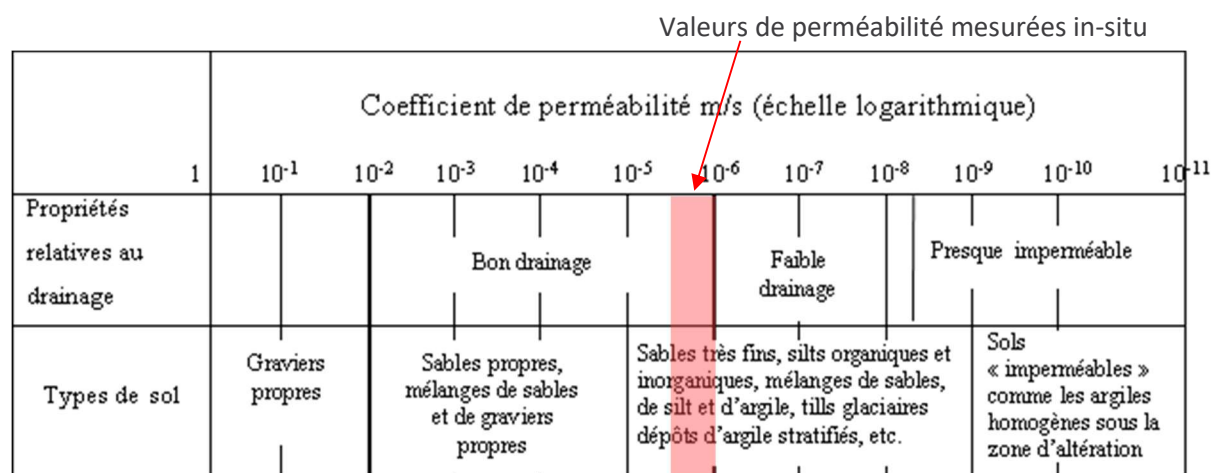
4.2.1. PERMEABILITE

Les procès-verbaux des essais d'eau sont présentés en annexe.

Les résultats sont récapitulés dans le tableau ci-dessous :

Sondage	Type d'essai	Lanterne d'essai (m/TA)	Couche	Perméabilité (m/s)
POR1	Porchet	0,0 - 0,7	OR et 20	6,00E-06
POR5	Porchet	0,1 - 0,6	20	2,00E-06
POR7	Porchet	0,1 - 0,6	20	3,00E-06

Les valeurs de perméabilités varient entre 3.10^{-6} m/s et 6.10^{-6} m/s. Nous présentons ci-après un diagramme indiquant les capacités de drainage des horizons testés (ou capacité d'infiltration) en fonction du coefficient de perméabilité (exprimé en m/s).



On restera prudent sur l'exploitation des perméabilités mesurées, celles-ci étant fonction de la proportion de la matrice fine, qui reste variable en fonction du degré d'altération.

4.2.2. PIÉZOMÉTRIE

Aucune venue d'eau n'a été observée dans nos sondages en juillet 2023.

Les forages à la tarière mécanique ne permettent pas d'observations hydrogéologiques précises : le lissage des parois par la tarière peut en effet masquer et / ou retarder des venues d'eau.

Remarques :

Les sondages de reconnaissance se font sur une période de courte durée et le niveau de la nappe indiqué dans le rapport ne reflète pas forcément le niveau maximum.

L'origine des fluctuations possibles est, soit naturelle (sécheresse, crue de nappe en relation avec la situation météorologique par exemple), soit dues à des travaux ou une modification de l'environnement aux alentours immédiats (pompages, rejets, effets barrages, etc.).

On retiendra donc de ce site :

- L'existence potentielle d'une nappe parasite dans les terrains meubles en tête (couche OTV et/ou OR), avec des circulations fonction du jeu des perméabilités variables d'une poche à l'autre, conditionnées par la météorologie,
- L'existence potentielle d'une nappe de rétention contenue dans la frange d'altération des gneiss (couche 20), sujette à des fluctuations saisonnières, alimentée en période météorologique défavorable, et pouvant être calée proche du TN, notamment sur la partie nord-est du site (cf. § aléa inondation par remontée de nappe),
- Des circulations fonction du jeu de perméabilité,
- Des venues d'eau qui pourraient être issues des dispositifs de recueil des eaux pluviales en lien avec les avoisinants, en fonction du mode de gestion de ceux-ci.

Attention, la piézométrie de ces différents aquifères n'est pas nécessairement confondue.

5. CONDITIONS SISMIQUES

Au sens de la norme NF EN 1998-1, on retiendra que le sol est à priori de **classe A** ce qu'il conviendrait le cas échéant de valider par une mesure directe du VS30 par méthode MASW par exemple. Le tableau ci-après décrit les différentes classes de sol disponibles dans la norme.

Classe de sol	Description du profil stratigraphique	Paramètres		
		Vs.30 (m/s)	NSPT (coups /30cm)	Cu (kPa)
A	Rocher ou autre formation géologique de ce type comportant une couche superficielle d'au plus 5m de matériau moins résistant	>800	-	-
B	Dépôts raides de sable, de gravier ou d'argile sur-consolidée, d'au moins plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur, caractérisés par une augmentation progressive des propriétés mécaniques avec la profondeur	360 – 800	> 50	>250
C	Dépôts profonds de sable de densité moyenne, de gravier ou d'argile moyennement raide, ayant des épaisseurs de quelques dizaines à plusieurs centaines de mètres	180-360	15 - 50	70-250
D	Dépôts de sol sans cohésion de densité faible à moyenne (avec ou sans couches cohérentes molles) ou comprenant une majorité de sols cohérents mous à fermes	< 180	< 15	< 70
E	Profil de sol comprenant une couche superficielle d'alluvions avec des valeurs de Vs de classe C ou D et une épaisseur comprise entre 5m environ et 20m reposant sur un matériau plus raide avec Vs > 800 m/s			
S1	Dépôts composés ou contenant une couche d'au moins 10m d'épaisseur d'argiles molles/vases avec un indice de plasticité élevé (PI > 40) et une teneur en eau importante	< 100 (valeur indicative)		10 – 20
S2	Dépôts de sols liquéfiables d'argiles sensibles ou tout autre profil de sol non compris dans les classes A à E ou S1			

Tableau 3.1 de la norme NF EN 1998-1

Les terrains ont donc un paramètre de sol **S = 1** (classe A en zone sismique 3).

LIQUÉFACTION : on appelle liquéfaction d'un sol un processus conduisant à la perte totale de résistance au cisaillement du sol par augmentation de la pression interstitielle. Elle s'accompagne de déformations dont l'amplitude peut être limitée ou quasi illimitée. Ce processus intéresse les sols sous nappe fins ou peu compacts.

En absence de nappe pérenne identifiée sur site, le risque de liquéfaction est écarté à ce stade des études.

6. SYNTHÈSE DES DONNÉES DE SOL ET ALÉAS GÉOTECHNIQUES – MISSION G1 / G2 AVP

6.1. SYNTHÈSE DES DONNÉES GÉOTECHNIQUES

Compte tenu des investigations menées, le site est marqué par la succession lithologique et les caractéristiques mécaniques suivantes :

Lithologie	Terre végétale	Remblai	Frange d'altération	
Description	Limons légèrement sableux marron à radicelles	Limons sableux marron à cailloux et cailloutis	Sables légèrement limoneux très micacés gris beiges	Observations hydrogéologiques / Niveau d'eau par rapport à la tête de nos sondages
Compacité	-	hétérogène	Elevée à très élevée	
qd (MPa)	-	4.5 à 19.8	4.5 à ≥ 35.4	
Classe GTR	-	-	A1 / B5 C1A1 / C1B5	
N° couche	OTV	OR	20	
TAR1 + PD1 + POR1	0.00-0.10 (0.10)	0.10-0.30 (0.20)	0.30-0.70 [®] (0.40)	Pas de venue d'eau (juillet 2023)
TAR2 + PD2	0.00-0.10 (0.10)	-	0.10-1.00 [®] (0.90)	Pas de venue d'eau (juillet 2023)
TAR3 + PD3	0.00-0.10 (0.10)	-	0.10-0.90 [®] (0.80)	Pas de venue d'eau (juillet 2023)
TAR4 + PD4	0.00-0.10 (0.10)	0.10-0.40 (0.30)	0.40-0.90 [®] (0.50)	Pas de venue d'eau (juillet 2023)
TAR5 + PD5+POR5	0.00-0.10 (0.10)	-	0.10-0.60 [®] (0.50)	Pas de venue d'eau (juillet 2023)
TAR6 + PD6	0.00-0.10 (0.10)	-	0.10-0.50 [®] (0.40)	Pas de venue d'eau (juillet 2023)
TAR7 + PD7+POR7	0.00-0.10 (0.10)	-	0.10-0.60 [®] (0.50)	Pas de venue d'eau (juillet 2023)
TAR8 + PD8	0.00-0.10 (0.10)	-	0.10-1.20 [®] (1.10)	Pas de venue d'eau (juillet 2023)

[®] Refus de la tarière mécanique

6.2. ALÉAS

Les aléas géotechniques sont en relation entre autres, avec :

6.2.1. LA GÉOLOGIE

Les aléas sont liés :

- aux variations d'épaisseur des différentes couches, qui peuvent localement être plus épaisses entre les sondages,
- à la présence de matériaux en remblais identifiés essentiellement sur la propriété privée (TAR1 et TAR4),
- à la frange d'altération sablo-limoneuse (couche 20), pouvant contenir des horizons indurés +/- abrasifs et des blocs, et qui peut prendre un caractère +/- rocheux notamment en profondeur où le refus est observé dans la couche dans tous nos sondages,
- à la proximité du toit du substratum rocheux, pouvant engendrer la présence de points durs et remontées locales (pointements rocheux),
- à la présence de matériaux de compacité hétérogène à l'échelle du site,
- à l'hétérogénéité des faciès pouvant générer des hors profils lors des terrassements,
- à l'état de fracturation et la terrassabilité du rocher, non appréhendés à ce stade de l'étude.

6.2.2. LA NATURE DES MATÉRIAUX

Les aléas sont liés :

- à la présence potentielle de blocs dans toutes les couches,
- la teneur en matière organique de la couche OTV,
- la présence potentielle d'éléments exogènes dans la couche de remblais OR,
- la sensibilité à l'eau et à l'affouillement des sols,
- la sensibilité au remaniement mécanique à l'exécution,
- la présence d'horizons indurés plus ou moins abrasifs dans la frange d'altération, disposés de manière aléatoire et imprévisible,
- la présence de matériaux sableux formant localement des poches en profondeur dans le substratum rocheux.

6.2.3. L'HYDROGÉOLOGIE

Les aléas sont liés :

- à des arrivées d'eau parasites en périodes pluvieuses dans les formations superficielles, et à la formation possible de poches de stagnation, générant des venues d'eau erratiques et intermittentes,
- à des poches d'eau parasites dans toutes les couches à la faveur de passages plus perméables sablo-graveleux,
- à la présence potentielle d'une nappe au sein de la frange d'altération du substratum rocheux pouvant venir baigner les terrains sus-jacents, sujette à des fluctuations saisonnières et conditionnées par la pluviométrie,

- à la sensibilité à l'eau des matériaux limoneux,
- aux risques d'effet piscine liés à la présence de matériaux perméables dans un environnement de matériaux peu perméables.

6.2.4. L'ENVIRONNEMENT ET L'HISTORIQUE DU SITE

Les aléas sont liés :

- à la présence d'un bâtiment sur la parcelle privée qui devra être démoli pour les besoins du projet,
- à la présence d'arbres dans l'emprise du projet qui devront être abattus. Le dessouchage entraînera nécessairement un bulbe de terrains remaniés,
- à l'existence possible d'ouvrages enterrés ou d'ouvrages creux désaffectés (conduites, réseaux...),
- à la présence possible de réseaux enterrés situés à proximité, et tranchées associées dont le mode de remblaiement est inconnu,
- à la proximité du chemin de fer.

6.2.5. LES RISQUES NATURELS

Les aléas sont liés :

- au risque sismique, le projet étant situé en zone de sismicité 3,
- catégorie 3 vis-à-vis du risque de présence de radon.

7. PRINCIPES GÉNÉRAUX DE CONSTRUCTION – MISSION G2 AVP

Les solutions proposées sont celles qui semblent les meilleures à ce stade en fonction des données en notre possession.

D'autres solutions pourraient cependant être proposées en fonction de critères non pris en compte dans une étude de faisabilité et qui peuvent apparaître en phase conception ou d'exécution (problèmes de délais ou de phasage, variante locale économique, modification de l'environnement, caractéristiques particulières du projet non portées à notre connaissance). Si cela était le cas, nous conseillons à la Maîtrise d'œuvre ou à la Maîtrise d'Ouvrage de nous confier une mission pour valider les modifications apportées.

Nous détaillons ci-après :

- les principes généraux de réalisation des terrassements, de réemploi des matériaux du site en remblai et les dispositifs d'assainissement et de drainage à adopter sont développés au **chapitre 8**,
- une ébauche dimensionnelle des épaisseurs de couche de forme sous voiries est donnée au **chapitre 9**.

8. PRINCIPES GÉNÉRAUX DES TERRASSEMENTS – MISSION G2 AVP

8.1. TRAFICABILITÉ ET TRAVAUX PRÉPARATOIRES

On vérifiera que les ouvrages existants peuvent supporter le trafic des engins prévus pour la réalisation des travaux (parking existant et réseaux notamment). Avant tout terrassement, on devra s'assurer que les travaux projetés n'impactent pas les ouvrages existants (voirie existante essentiellement, réseaux etc.).

Les matériaux limoneux sont sensibles à l'eau et leur portance sera amenée à chuter fortement en cas d'imbibition. Notamment, la traficabilité des engins sera difficile lors d'intempéries importantes ou en période hivernale. Nous préconisons alors la réalisation des terrassements en situation météo favorable. En cas de météo défavorable, compte tenu de la sensibilité des sols supports au remaniement, nous préconisons l'arrêt du chantier.

Le petit bâtiment présent sur le site du projet sera démoli dans les règles de l'art. On veillera à une purge soignée des matériaux / vestiges (anciennes fondations, anciens réseaux, etc.) à cet endroit avec la réalisation des terrassements.

Les arbres seront abattus et dessouchés.

8.2. TERRASSEMENTS ET RÉEMPLOI

En première approche, il n'est pas prévu de grand terrassement en déblai/remblai.

Les matériaux concernés sont des matériaux :

- meubles, faciles à terrasser, de tenue moyenne, pour les couches OTV et OR,
- éventuellement des débris anthropiques d'envergure pourront être trouvés au moment des terrassements dans les remblais (couche OR),
- dans la couche 20, **la frange d'altération sableuse limoneuses, des difficultés de terrassement seraient à attendre au-delà de 0,5 m à 1,2 m de profondeur,**
- des pointements rocheux pourront être observés localement ou des vestiges, nécessitant l'emploi de matériel adapté (BRH, pointe de déroctage, etc.).

Les terrassements comprendront :

- décapage en totalité de la frange de terre végétale (couche OTV), et de la couche de remblai (couche OR), ainsi que le terrassement de la frange d'altération (couche 20) pour niveler le terrain jusqu'à la cote d'arase prévue par le projet,
- purge des éventuelles poches de matériaux foisonnés, décomprimés ou organiques (notamment au voisinage des anciennes souches), ainsi que des remblais (couche OR),
- réalisation du décaissement à la pelle en rétro, mise en cordons fermés sans circuler sur l'arase, en excluant toute circulation d'engins à pneus sur l'arase terrassée,
- utilisation ponctuelle du BRH (points durs, substratum, vestiges), ou d'une dent de déroctage,

La couche de terre végétale (OTV) pourra être réemployée en tant que telle pour les aménagements paysagers.

Les remblais et sols remaniés (couche OR) seront purgés et mis en dépôt définitif, le type et la classe d'installation sera à définir en fonction de la nature des matériaux.

Concernant la couche 20, elle sera extraite en quantité marginale, les matériaux seront donc mis en dépôt définitif.

L'arase sera réceptionnée par le géotechnicien dans le cadre d'une mission G4 pour s'assurer de l'absence d'anomalie (zone de remblais impropres à l'arase, fouilles archéologiques, matériaux évolutifs, vestiges, ...).

Il lui sera donné des formes de pentes afin d'évacuer les eaux de ruissellement et il sera mis en place un système d'assainissement de la plateforme.

8.3. DISPOSITIFS D'ASSAINISSEMENT ET DE DRAINAGE

En phase chantier, les dispositifs d'assainissement correspondent à la nécessité de protéger la plateforme, des ruissellements et des précipitations directes.

On envisagera de penter l'arase avec une pente minimale de 2% pour permettre l'évacuation des eaux de surface vers un exutoire.

En phase définitive, compte tenu des caractéristiques hydrogéologiques du site, on s'orientera vers les préconisations suivantes :

- mise en œuvre d'un réseau de drains à cunette Ø100 mm minimum en épi et au point bas des arases pentées,
- l'ensemble des couches de forme mises en œuvre devra avoir un caractère drainant,
- les dispositifs d'assainissement et de drainage devront être reliés vers un exutoire existant ou à créer.

9. ÉBAUCHE DIMENSIONNELLE DES ÉPAISSEURS DES COUCHES DE FORME SOUS VOIRIES – MISSION G2 AVP

9.1. PRINCIPE

La couche de forme sous voiries à trois fonctions :

- la partie inférieure a une fonction drainante pour éviter que ne s'installe dans la couche de forme un effet piscine, à installer donc sur une arase pentée et à concevoir avec des systèmes de drains à relier à un exutoire,
- une fonction globale d'homogénéisation de la portance,
- la partie supérieure par sa granulométrie plus fine (0/31.5) a une fonction de fin réglage.

Dans ce cadre, est visée une plateforme de type PF2 caractérisée par un $Ev_2 \geq 50$ MPa (critère de conception à valider par le Maître d'Œuvre) et un rapport $Ev_2/Ev_1 < 2.1$ (Ev_1 et Ev_2 étant les modules de 1er et 2ème chargement à l'essai à la plaque suivant le mode opératoire LCPC).

Le chantier de terrassement permettant la mise en œuvre de la couche de forme, se fera en situation météorologique favorable, hors séquence de pluie, neige et gel. En situation météorologique défavorable, le chantier sera arrêté.

9.1. PRÉPARATION DES ARASES

La terre végétale (couche OTV), et les éventuels vestiges ou débris rencontrés ainsi que la couche de remblais (couche OR) seront purgés. La couche 20 sera terrassée à l'avancement à l'aide d'une pelle en rétro, jusqu'à une PST qualifiée par une portance attendue minimale définie soit par mesure directe (Ev_2^2) soit par une mesure de résistance à la pénétration dynamique (qd) moyennée sur 1,2 m ($Ev_2^2 = 5$ à 6 qd).

Sur cette base, l'épaisseur totale de la couche de forme à mettre en œuvre est donnée par la relation (formule de JC Gress) :

$$h = 30 \times \ln \left(\frac{1/Ev_2^2 - 1/Ev_2^1}{1/Ev_2^3 - 1/Ev_2^1} \right) + 0.6 \times \left(\frac{Ev_2^3}{Ev_2^2} - 1 \right)$$

Avec :

- h : épaisseur de la couche de forme en cm,
- $Ev_2^3 = 50$ MPa, module de réception sur la couche de forme, pour un objectif PF2,
- $Ev_2^2 = 20$ MPa, portance minimale attendue de la PST en situation hydrique défavorable, sur la couche 20 (à confirmer par des essais de plaque à l'ouverture du fond de forme),
- Ev_2^1 = module intrinsèque des matériaux d'apport compris entre 120 et 200MPa.

Les remblais hétérogènes (couche OR) seront purgés, tout comme les blocs, débris exogènes, vestiges ou points durs. On veillera au dessouchage et à la purge associée des sols remaniés et des sols chargés en racines.

En cas de réalisation des travaux suivant une période de conditions météorologiques défavorables, un épaississement de la couche de forme sera à envisager de manière à prévoir un reclassement d'arase.

Pour le terrassement, l'utilisation du buteur ou de la chargeuse chenillée est exclu, ceux-ci risquant de fortement remanier l'arase terrassement. Le terrassement se fera à la pelle mécanique chenillée, en rétro, godet avec dents, bien à plat en finition ou godet sans dents.

Il est exclu de compacter directement la PST, ce compactage pouvant créer un effet panse de vache par surcompactage et obligeant à ouvrir tout le terrassement avant mise en œuvre des matériaux des couches de forme.

Attention, une PST remaniée peut chuter à un Ev_2^2 de 5 MPa.

9.2. COUCHE DE FORME SOUS VOIRIES

Les matériaux de couche de forme seront mis en œuvre sur un géotextile possédant une résistance à la rupture de 25 kN/m minimum, déroulé à l'avancement des terrassements. On limitera le D des matériaux de couche de forme à 80 mm.

La PST sera terrassée avec formes de pentes de 2%, ménageant des lignes de points bas dans lesquelles seront placés des drains à cunette Ø100 mm, eux-mêmes enrobés dans une gravette 5/20 entourée par un géotextile possédant une résistance à la rupture de 12 kN/m minimum et de porométrie $O_{95} > 150 \mu m$, les drains étant piqués sur un exutoire.

Les matériaux à fonction drainante de la couche de forme, seront mis en œuvre à l'avancement des terrassements et du déroulement du géotextile.

Les matériaux de couche de forme suggérés sont de type :

En couche de forme drainante de granulométrie 0/80 mm :

- $D \leq 80 \text{ mm}$,
- propres : $VBS < 0.1$,
- passant à $80 \mu m < 5 \%$,
- drainants $D_{10} \geq 1 \text{ mm}$,
- chimiquement inertes,
- durs $LOS < 45 - MDE < 45$,
- non gélifs et compactés à q3.

fermés par une couche de réglage de type 0/31,5 mm :

- D < 31,5 mm
- propres : VBS < 0,1
- passant à 80 µm < 5 %
- chimiquement inertes
- durs LOS < 45 – MDE < 45
- non gélifs
- bien gradués, s'inscrivant dans un fuseau de TALBOT-FULLER d'équation :

$$\frac{p}{100} = \left(\frac{d}{D}\right)^n$$

n étant déterminée à partir des couples :

- D = 60 mm, %80 µm = 3% : courbe basse du fuseau
- D = 20 mm, %80 µm = 7% : courbe haute

Ces matériaux compactés à q3 ont respectivement un module Ev_2^1 intrinsèque (module de la couche suffisamment épaisse pour que la bicouche n'intègre plus le sol de fondation) de :

- 150 MPa pour le 0/80 mm
- 200 MPa pour le 0/31,5 mm.

Ainsi, on peut tabler sur une épaisseur minimale **h de 0/80 mm ou équivalent de 30 cm**, fermée par **10 cm de 0/31.5 mm** pour obtenir un Ev_2^3 minimal de la plateforme de 50 MPa (PF2) en veillant à ce que $Ev_2/Ev_1 < 2,1$. L'épaisseur totale de la couche de forme sera donc de 0,40 m.

Nous rappelons que notre étude permet de fixer les critères de portance des plateformes. Néanmoins, il appartiendra à l'entreprise d'adapter les moyens de compactage afin de respecter ces critères tout en préservant les avoisinants.

Si le critère de portance n'est pas atteint, c'est que, soit :

- la teneur en eau du matériau constitutif de l'arase est plus élevée que pendant les sondages,
- la purge n'a pas été suffisamment approfondie,
- le matériau de couche de forme sous-jacent n'est pas de qualité suffisante en nature et/ou en compactage,
- le compactage est trop intensif et a « claqué » le support.

Le cas échéant, il conviendrait donc d'identifier le facteur incriminé pour choisir les mesures curatives adaptées. Notre prédimensionnement de couche de forme est basé sur l'utilisation d'un matériau d'apport caractérisé par un module EV2 intrinsèque minimum de 150 MPa pour le 0/80 mm, et de 200 MPa pour le 0/31,5 mm. Les couches de forme devront être vérifiées au gel.

9.3. RECEPTION DE LA COUCHE DE FORME

Les critères de réception de la couche de forme sont donnés par contrôle par essai à la plaque de type LCPC :

- Module de déformation de 2^{ème} cycle : $EV2 \geq 50 \text{ MPa}$ en tête (pour un critère de réception de type PF2 – à confirmer par le Maître d'Œuvre),
- $K = EV2/EV1 < 2,1$

9.4. SUJETIONS D'EXECUTION

Elles sont liées entre autres :

- à la réalisation des terrassements en période météorologique favorable,
- à la réalisation des terrassements à la pelle mécanique chenillée puissante en rétro, équipée d'un BRH selon les besoins,
- à la vérification du fond de forme par un géotechnicien,
- à la purge éventuelle des matériaux de la PST dont la qualité mécanique est insuffisante (imbibition, matériaux anthropiques, remaniement, dessiccation, réseau racinaire...),
- à la qualité de la couche de forme drainante et de la fermeture, avec la mise en œuvre de matériaux granulaires d'apport chimiquement inertes, compactés,
- à l'évacuation des venues d'eau éventuelles en phase provisoire,
- à la gestion des eaux en phase provisoire et définitive, et donc à la nécessité de drainer la base des couches de forme,
- à la gestion du bulbe racinaire des arbres de grande envergure qui pourraient être situés à proximité.

Notre mission se termine à la remise du présent rapport qui constitue un ensemble indissociable.

Nous restons à la disposition de **NANTES METROPOLE** et de tous les intervenants pour tous renseignements complémentaires.

Dressé par les Ingénieurs soussignés

Ingénieur en charge de la rédaction :
Galatée SALAUN

Superviseur Technique :
Jérémie ANDRÉ



ANNEXES



ANNEXE 1

ÉTAT DES RISQUES RÉGLEMENTÉS





MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE

Liberté
Égalité
Fraternité



Ce QR Code peut servir à vérifier l'authenticité des données contenues dans ce document.

ÉTAT DES RISQUES POUR L'INFORMATION DES ACQUÉREURS ET DES LOCATAIRES

Établi le 6 juillet 2023

La loi du 30 juillet 2003 a institué une obligation d'information des acquéreurs et locataires (IAL) : le propriétaire d'un bien immobilier (bâti ou non bâti) est tenu d'informer l'acquéreur ou le locataire du bien sur certains risques majeurs auquel ce bien est exposé, au moyen d'un état des risques, ceci afin de bien les informer et de faciliter la mise en œuvre des mesures de protection éventuelles.

L'état des risques est obligatoire à la première visite.

Attention! Le non respect de ces obligations peut entraîner une annulation du contrat ou une réfaction du prix.

Ce document est un état des risques pré-rempli mis à disposition par l'État depuis www.georisques.gouv.fr. Il répond au modèle arrêté par le ministre chargé de la prévention des risques prévu par l'article R. 125-26 du code de l'environnement.

Il appartient au propriétaire du bien de vérifier l'exactitude de ces informations autant que de besoin et, le cas échéant, de les compléter à partir de celles disponibles sur le site internet de la préfecture ou de celles dont ils disposent, notamment les sinistres que le bien a subis.

En complément, il aborde en annexe d'autres risques référencés auxquels la parcelle est exposée.

Cet état des risques réglementés pour l'information des acquéreurs et des locataires (ERRIAL) est établi pour les parcelles mentionnées ci-dessous.

PARCELLE(S)

44220 COUËRON

Code parcelle :

000-CK-121, 000-CK-123, 000-CK-120, 000-CK-46



Parcelle(s) : 000-CK-121, 000-CK-123, 000-CK-120, 000-CK-46, 44220 COUËRON

1 / 8 pages

A L'ADRESSE SAISIE, LES RISQUES EXISTANTS ET FAISANT L'OBJET D'UNE OBLIGATION D'INFORMATION AU TITRE DE L'IAL SONT :

SISMICITÉ : 3/5



- 1 - très faible
- 2 - faible
- 3 - modéré
- 4 - moyen
- 5 - fort

Un tremblement de terre ou séisme, est un ensemble de secousses et de déformations brusques de l'écorce terrestre (surface de la Terre). Le zonage sismique détermine l'importance de l'exposition au risque sismique.



RADON : 3/3



- 1 : potentiel radon faible
- 2 : potentiel radon moyen
- 3 : potentiel radon significatif

Le radon est un gaz radioactif naturel inodore, incolore et inerte. Ce gaz est présent partout dans les sols et il s'accumule dans les espaces clos, notamment dans les bâtiments.



Parcelle(s) : 000-CK-121, 000-CK-123, 000-CK-120, 000-CK-46, 44220 COUERON

2 / 8 pages



RAPPEL

Plans de prévention des risques

Votre immeuble est situé dans le périmètre d'un plan de prévention des risques. Il peut être concerné par l'obligation de réaliser certains travaux. Pour le savoir vous devez consulter le PPR auprès de votre commune ou sur le site de votre préfecture.

Sismicité

Pour le bâti neuf et pour certains travaux lourds sur le bâti existant, en fonction de la zone de sismicité et du type de construction, des dispositions spécifiques à mettre en oeuvre s'appliquent lors de la construction.

Pour connaître les consignes à appliquer en cas de séisme, vous pouvez consulter le site :

<https://www.gouvernement.fr/risques/seisme>

Radon

Le bien est situé dans une zone à potentiel radon significatif. En plus des bonnes pratiques de qualité de l'air (aérer quotidiennement le logement par ouverture des fenêtres au moins 10 minutes par jour, ne pas obstruer les systèmes de ventilation), il est donc fortement recommandé de procéder au mesurage du radon dans le bien afin de s'assurer que sa concentration est inférieure au niveau de référence fixé à 300 Bq/m³, et idéalement la plus basse raisonnablement possible. Il est conseillé de faire appel à des professionnels du bâtiment pour réaliser un diagnostic de la situation et vous aider à choisir les solutions les plus adaptées selon le type de logement et la mesure. Ces solutions peuvent être mises en œuvre progressivement en fonction des difficultés de réalisation ou de leur coût. À l'issue des travaux, vous devrez réaliser de nouvelles mesures de radon pour vérifier leur efficacité.

Recommandation

Pour faire face à un risque, il faut se préparer et connaître les bons réflexes.

Consulter le dossier d'information communal sur les risques (DICRIM) sur le site internet de votre mairie et les bons conseils sur georisques.gouv.fr/me-preparer-me-protger

Parcelle(s) : 000-CK-121, 000-CK-123, 000-CK-120, 000-CK-46, 44220 COUERON

3 / 8 pages





INFORMATIONS À PRÉCISER PAR LE VENDEUR / BAILLEUR

INFORMATION RELATIVE AUX SINISTRES INDEMNISÉS PAR L'ASSURANCE À LA SUITE D'UNE CATASTROPHE NATURELLE, MINIÈRE OU TECHNOLOGIQUE

Le bien a-t-il fait l'objet d'indemnisation par une assurance suite à des dégâts liés à une catastrophe ? ☐ Oui ☐ Non

Vous trouverez la liste des arrêtés de catastrophes naturelles pris sur la commune en annexe 2 ci-après (s'il y en a eu).

Les parties signataires à l'acte certifient avoir pris connaissance des informations restituées dans ce document et certifient avoir été en mesure de les corriger et le cas échéant de les compléter à partir des informations disponibles sur le site internet de la Préfecture ou d'informations concernant le bien, notamment les sinistres que le bien a subis.

Le propriétaire doit joindre les extraits de la carte réglementaire et du règlement du PPR qui concernent la parcelle.

SIGNATURES

Vendeur / Bailleur

Date et lieu

Acheteur / Locataire

Parcelle(s) : 000-CK-121, 000-CK-123, 000-CK-120, 000-CK-46, 44220 COUERON

4 / 8 pages



ANNEXE 1 : A L'ADRESSE SAISIE, LES RISQUES SUIVANTS EXISTENT MAIS NE FONT PAS L'OBJET D'UNE OBLIGATION D'INFORMATION AU TITRE DE L'IAL

INONDATION



Le Plan de prévention des risques naturels (PPR) de type Inondation nommé PPRI-LOIRE Aval Agglo Nantaise a été approuvé sur le territoire de votre commune, mais n'affecte pas votre bien.

Date de prescription : 05/07/2007

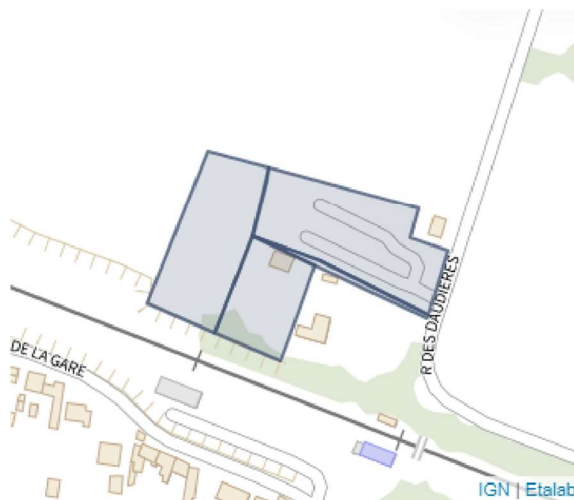
Date d'approbation : 31/03/2014

Un PPR approuvé est un PPR définitivement adopté.

Le PPR couvre les aléas suivants :

Par une crue à débordement lent de cours d'eau

Le plan de prévention des risques est un document réalisé par l'Etat qui interdit de construire dans les zones les plus exposées et encadre les constructions dans les autres zones exposées.



ARGILE : 1/3



- 1 : Exposition faible
- 2 : Exposition moyenne
- 3 : Exposition forte

Les sols argileux évoluent en fonction de leur teneur en eau. De fortes variations d'eau (sécheresse ou d'apport massif d'eau) peuvent donc fragiliser progressivement les constructions (notamment les maisons individuelles aux fondations superficielles) suite à des gonflements et des tassements du sol, et entraîner des dégâts pouvant être importants. Le zonage argile identifie les zones exposées à ce phénomène de retrait-gonflement selon leur degré d'exposition.

Exposition faible : La survenance de sinistres est possible en cas de sécheresse importante, mais ces désordres ne toucheront qu'une faible proportion des bâtiments (en priorité ceux qui présentent des défauts de construction ou un contexte local défavorable, avec par exemple des arbres proches ou une hétérogénéité du sous-sol). Il est conseillé, notamment pour la construction d'une maison individuelle, de réaliser une étude de sols pour déterminer si des prescriptions constructives spécifiques sont nécessaires. Pour plus de détails :

<https://www.cohesion-territoires.gouv.fr/sols-argileux-secheresse-et-construction>



Parcelle(s) : 000-CK-121, 000-CK-123, 000-CK-120, 000-CK-46, 44220 COUËRON

POLLUTION DES SOLS (500 m)

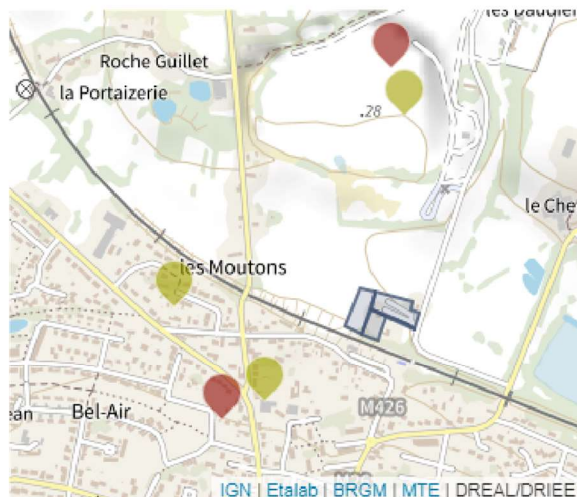


Les pollutions des sols peuvent présenter un risque sanitaire lors des changements d'usage des sols (travaux, aménagements, changement d'affectation des terrains) si elles ne sont pas prises en compte dans le cadre du projet.

Dans un rayon de 500 m autour de votre parcelle, sont identifiés :

- 2 site(s) référencé(s) dans l'inventaire des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE)
- 3 site(s) potentiellement pollué(s), référencé(s) dans l'inventaire des sites ayant accueilli par le passé une activité qui a pu générer une pollution des sols (CASIAS).

Les données disponibles mentionnent enfin la présence d'anciennes activités qui ont localisées dans le centre de la commune par défaut. La présente analyse n'en tient donc pas compte. Le détail de ces données est consultable en ANNEXE 3.



Parcelle(s) : 000-CK-121, 000-CK-123, 000-CK-120, 000-CK-46, 44220 COUERON

6 / 8 pages



ANNEXE 2 : LISTE DES ARRÊTÉS CAT-NAT PRIS SUR LA COMMUNE

Cette liste est utile notamment pour renseigner la question de l'état des risques relative aux sinistres indemnisés par l'assurance à la suite d'une catastrophe naturelle.

Nombre d'arrêtés de catastrophes naturelles (CAT-NAT) : 5

Source : CCR

Inondations et/ou Coulées de Boue : 3

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
INTE1322057A	27/07/2013	27/07/2013	10/09/2013	13/09/2013
INTE9300315A	03/12/1992	04/12/1992	23/06/1993	08/07/1993
INTE9900627A	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999

Mouvement de Terrain : 1

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
INTE9900627A	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999

Chocs Mécaniques liés à l'action des Vagues : 1

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
IOCE1006974A	28/02/2010	28/02/2010	11/03/2010	13/03/2010

Parcelle(s) : 000-CK-121, 000-CK-123, 000-CK-120, 000-CK-46, 44220 COUERON

7 / 8 pages



ANNEXE 3 : SITUATION DU RISQUE DE POLLUTION DES SOLS DANS UN RAYON DE 500 M AUTOUR DE VOTRE BIEN

Base des installations classées soumises à autorisation ou à enregistrement

Nom du site	Fiche détaillée
COMPAGNIE COMMERCIALE et PETROLIERE de L	https://www.georisques.gouv.fr/risques/installations/donnees/details/0006302266
CARRIERES CHASSE	https://www.georisques.gouv.fr/risques/installations/donnees/details/0006308055

Inventaire CASIAS des anciens sites industriels et activités de services

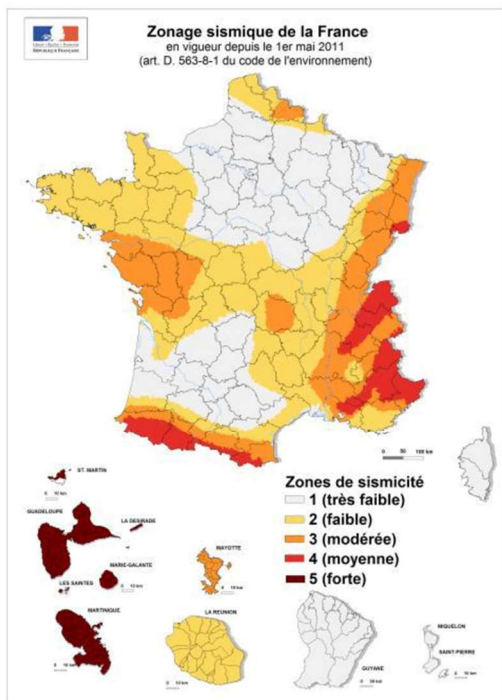
Nom du site	Fiche détaillée
JAGUET Yvon, Garage, station essence	https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP4002628
CARRIERES CHASSE - MORLAIX SA, Install. broyage	https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP4002639
LEBLANC Pierre, Dépôt chiffons, papiers, peaux, ferrailles, plumes	https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP4002640

Parcelle(s) : 000-CK-121, 000-CK-123, 000-CK-120, 000-CK-46, 44220 COUËRON

8 / 8 pages

Information acquéreur – locataire (IAL – article L.125-5 du CE)

Le zonage sismique sur ma commune

Le zonage sismique de la France:

Les données de sismicité instrumentale et historique et des calculs de probabilité permettent d'aboutir à l'élaboration d'un zonage sismique. Cette analyse probabiliste représente la possibilité pour un lieu donné, d'être exposé à des secousses telluriques. Elle prend en compte la répartition spatiale non uniforme de la sismicité sur le territoire français et a permis d'établir la cartographie ci-contre qui découpe le territoire français en 5 zones de sismicité: **très faible, faible, modérée, moyenne, forte**. Les constructeurs s'appuient sur ce zonage sismique pour appliquer des dispositions de constructions adaptées au degré d'exposition **au risque sismique**.






La réglementation distingue quatre catégories d'importance (selon leur utilisation et leur rôle dans la gestion de crise):

I – bâtiments dans lesquels il n'y a aucune activité humaine nécessitant un séjour de longue durée

II – bâtiments de faible hauteur, habitations individuelles

III – établissements recevant du public, établissements scolaires, logements sociaux

IV – bâtiments indispensables à la sécurité civile et à la gestion de crise (hôpitaux, casernes de pompiers, préfectures ...)

Pour les bâtiments neufs		1	2	3	4	5
I		Aucune exigence				
II		Aucune exigence		Règles CPMI-EC8 Zones 3/4	Règles CPMI-EC8 Zone5	
		Aucune exigence		Eurocode 8		
III		Aucune exigence		Eurocode 8		
IV		Aucune exigence		Eurocode 8		

Si vous habitez, construisez votre maison ou effectuez des travaux :

- en zone 1, aucune règle parasismique n'est imposée ;

- en zone 2, aucune règle parasismique n'est imposée sur les maisons individuelles et les petits bâtiments. Les règles de l'Eurocode 8 sont imposées pour les logements sociaux et les immeubles de grande taille ;

- en zone 3 et 4, des règles simplifiées appelées CPMI – EC8 zone 3/4 peuvent s'appliquer pour les maisons individuelles ;

- en zone 5, des règles simplifiées appelées CPMI-EC8 zone 5 peuvent s'appliquer pour les maisons individuelles.

Pour connaître, votre zone de sismicité: <https://www.georisques.gouv.fr/> - rubrique « Connaître les risques près de chez moi »

Le moyen le plus sûr pour résister aux effets des séismes est la construction parasismique : concevoir et construire selon les normes parasismique en vigueur, tenir compte des caractéristiques géologiques et mécaniques du sol.

Pour en savoir plus:

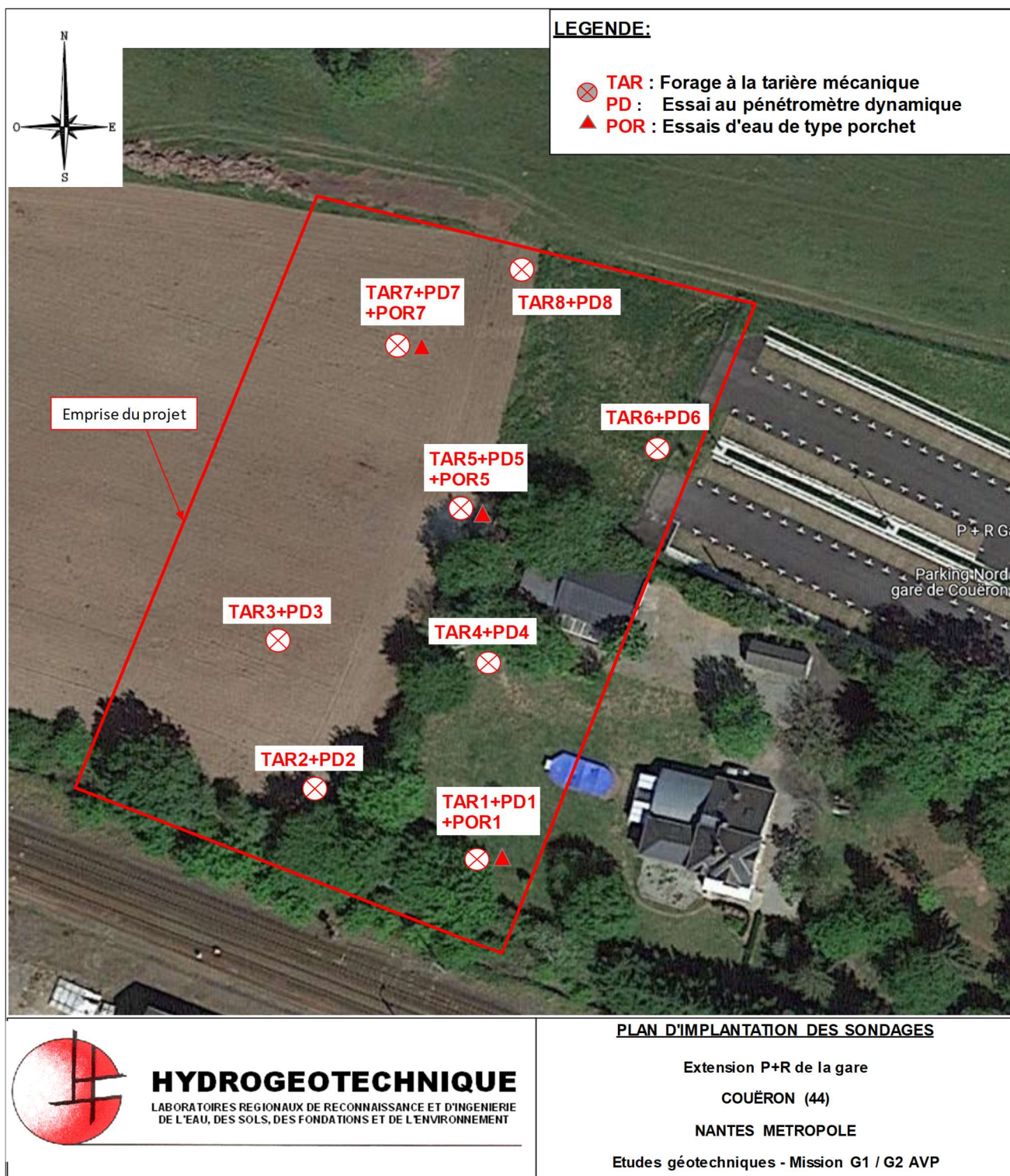
Qu'est-ce qu'un séisme, comment mesure-t-on un séisme ? —> <https://www.georisques.gouv.fr/minformer-sur-un-risque/seisme>

Que faire en cas de séisme ? —> <https://www.georisques.gouv.fr/me-preparer-me-proteger/que-faire-en-cas-de-seisme>

ANNEXE 2

PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES






ANNEXE 3

COUPES DES SONDAGES

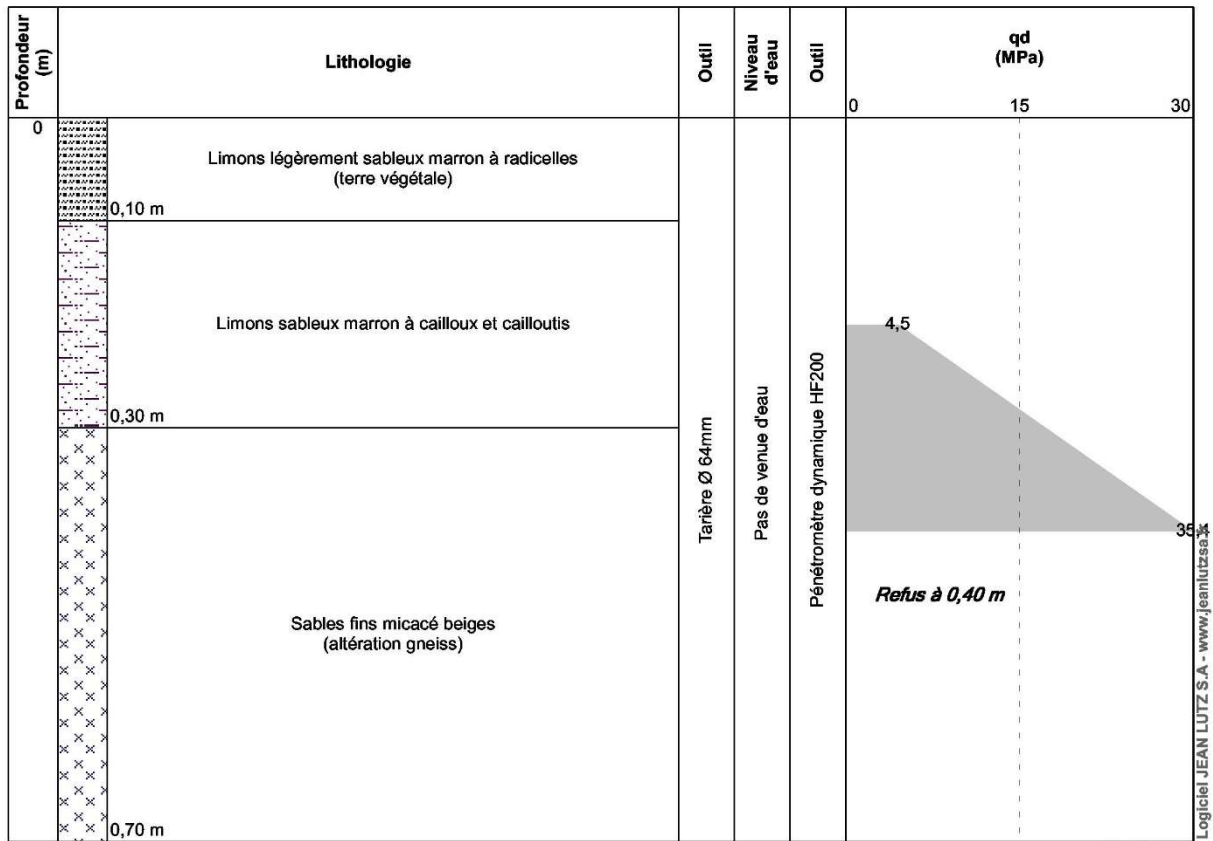


 HYDRO-GEOTECHNIQUE <small>LABORATOIRES REGIONAUX DE RECONNAISSANCE ET D'INGENIERIE DE L'EAU, DES SOLS, DES FONDATIONS ET DE L'ENVIRONNEMENT</small>	Extension P+R de la gare COUËRON (44)			(Contrat : C.23.35.070)
	Date : 03/07/2023	Profondeur : 0,00 - 0,70 m	X :	
	Machine : HF200	Cote NGF :	Y :	

1/6

Forage : TAR1 + PD1


EXGTE 3.23.3



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

EXGTE 3.23.3

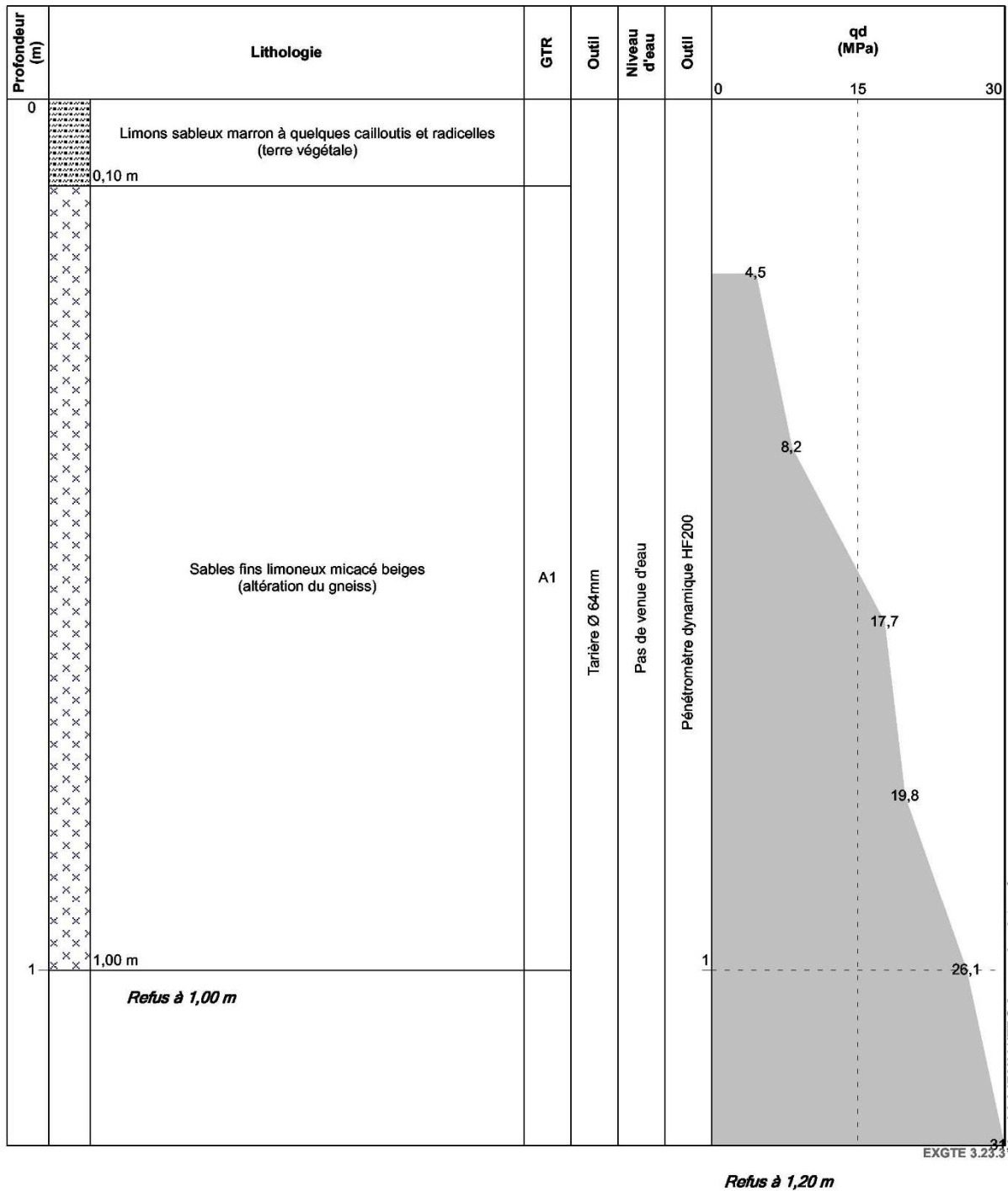
Refus à 0,70 m


 HYDRO-GEOTECHNIQUE <small>LABORATOIRES REGIONAUX DE RECONNAISSANCE ET D'INGENIERIE DE L'EAU, DES SOLS, DES FONDATIONS ET DE L'ENVIRONNEMENT</small>	Extension P+R de la gare COUËRON (44)			(Contrat : C.23.35.070)
	Date : 03/07/2023	Profondeur : 0,00 - 1,20 m	X :	
	Machine : HF200	Cote NGF :	Y :	

1/6

Forage : TAR2 + PD2

EXGTE 3.23.3

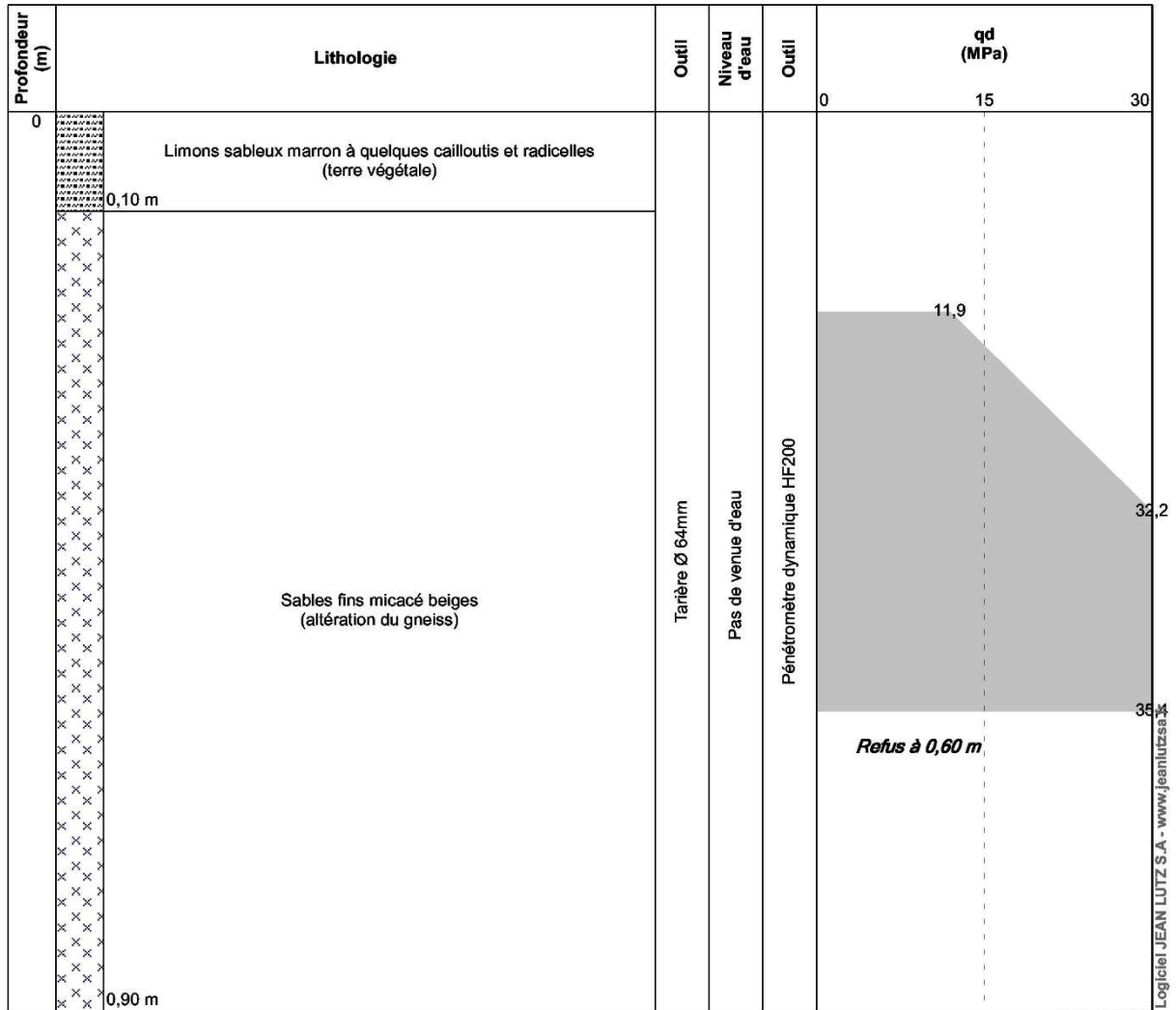


 HYDRO-GEOTECHNIQUE <small>LABORATOIRES REGIONAUX DE RECONNAISSANCE ET D'INGENIERIE DE L'EAU, DES SOLS, DES FONDATIONS ET DE L'ENVIRONNEMENT</small>	Extension P+R de la gare COUËRON (44)			(Contrat : C.23.35.070)
	Date : 03/07/2023	Profondeur : 0,00 - 0,90 m	X :	
	Machine : HF200	Cote NGF :	Y :	

1/6

Forage : TAR3 + PD3


EXGTE 3.23.3



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

EXGTE 3.23.3

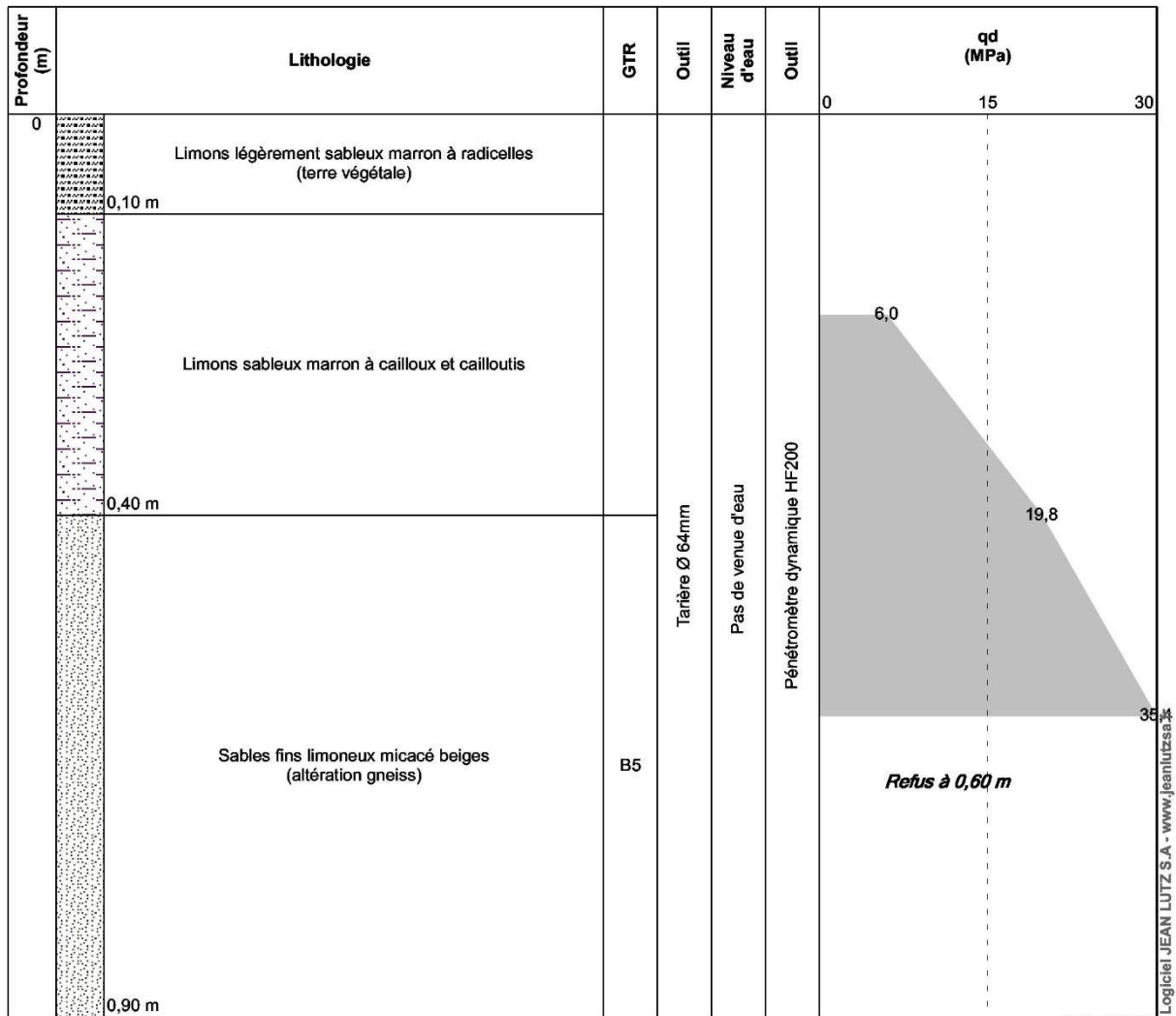
Refus à 0,90 m

 HYDRO-GEOTECHNIQUE LABORATOIRES REGIONAUX DE RECONNAISSANCE ET D'INGENIERIE DE L'EAU, DES SOLS, DES FONDATIONS ET DE L'ENVIRONNEMENT	Extension P+R de la gare COUERON (44)			(Contrat : C.23.35.070)
	Date : 03/07/2023	Profondeur : 0,00 - 0,90 m	X :	
	Machine : HF200	Cote NGF :	Y :	

1/6


Forage : TAR4 + PD4

EXGTE 3.23.3



EXGTE 3.23.3

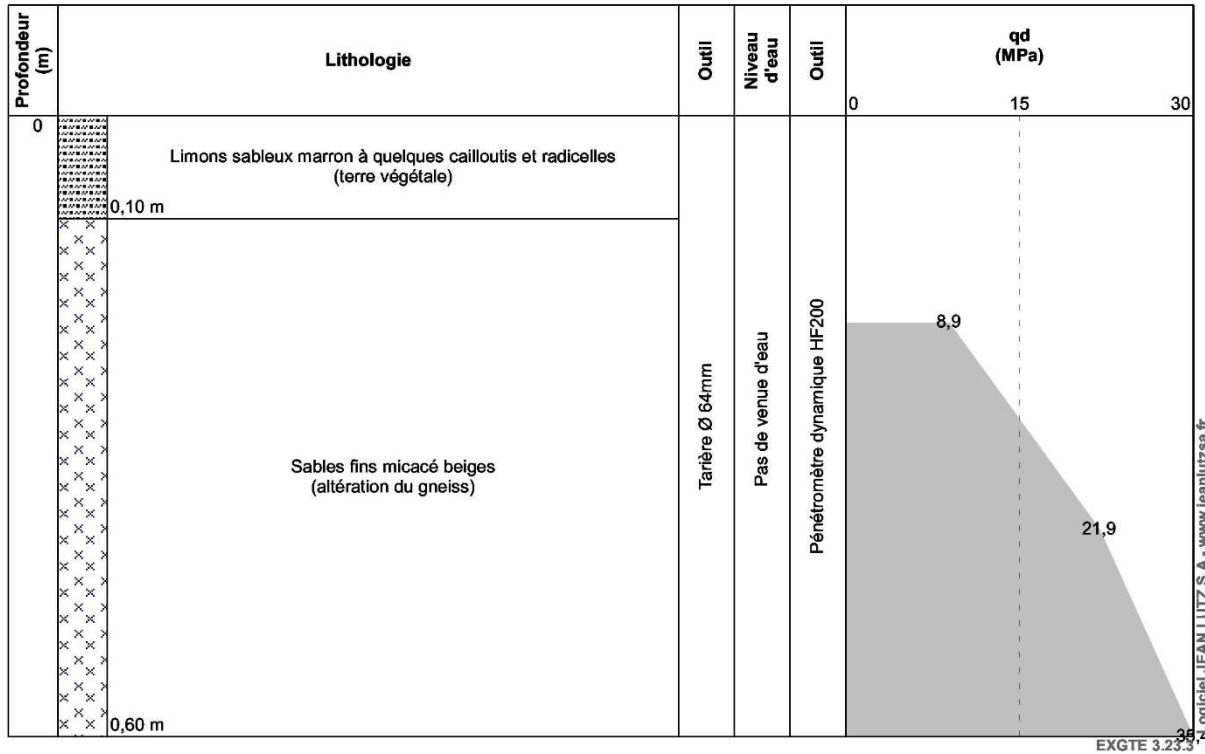
Refus à 0,90 m

 HYDRO-GEOTECHNIQUE <small>LABORATOIRES REGIONAUX DE RECONNAISSANCE ET D'INGENIERIE DE L'EAU, DES SOLS, DES FONDATIONS ET DE L'ENVIRONNEMENT</small>	Extension P+R de la gare COUERON (44)			(Contrat : C.23.35.070)
	Date : 03/07/2023	Profondeur : 0,00 - 0,60 m	X :	
	Machine : HF200	Cote NGF :	Y :	

1/6

Forage : TAR5 + PD5


EXGTE 3.23.3



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

EXGTE 3.23.3

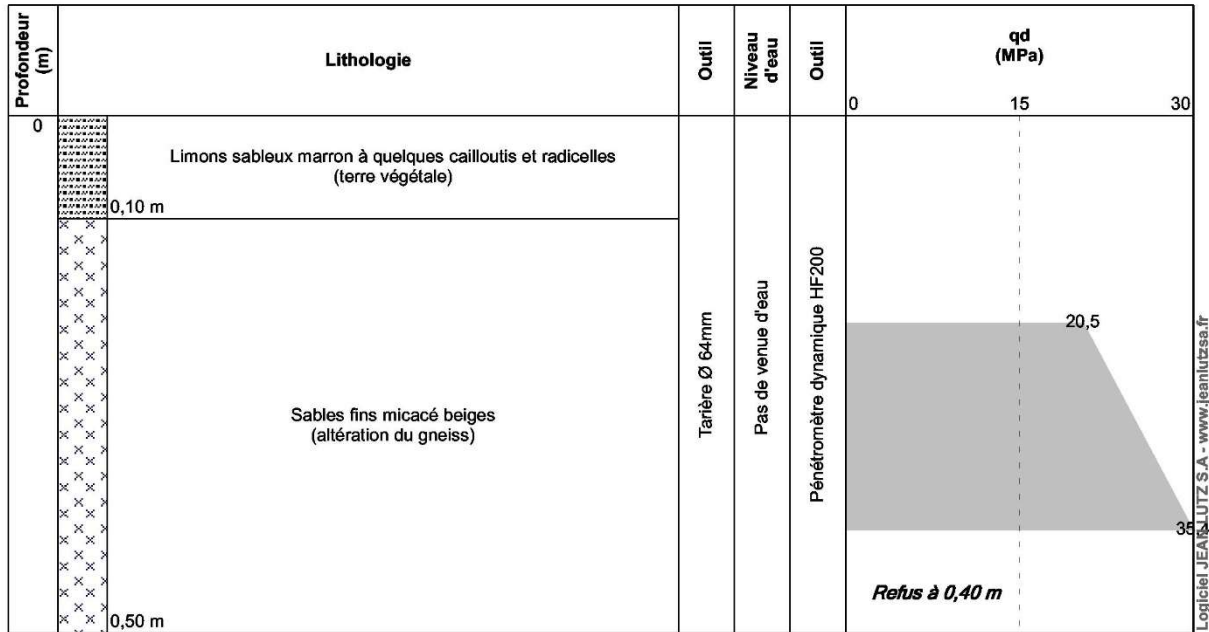
Refus à 0,60 m**Refus à 0,60 m**

 HYDRO-GEOTECHNIQUE <small>LABORATOIRES REGIONAUX DE RECONNAISSANCE ET D'INGENIERIE DE L'EAU, DES SOLS, DES FONDATIONS ET DE L'ENVIRONNEMENT</small>	Extension P+R de la gare COUËRON (44)			(Contrat : C.23.35.070)
	Date : 03/07/2023	Profondeur : 0,00 - 0,50 m	X :	
	Machine : HF200	Cote NGF :	Y :	

1/6

Forage : TAR6 + PD6


EXGTE 3.23.3



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

EXGTE 3.23.3

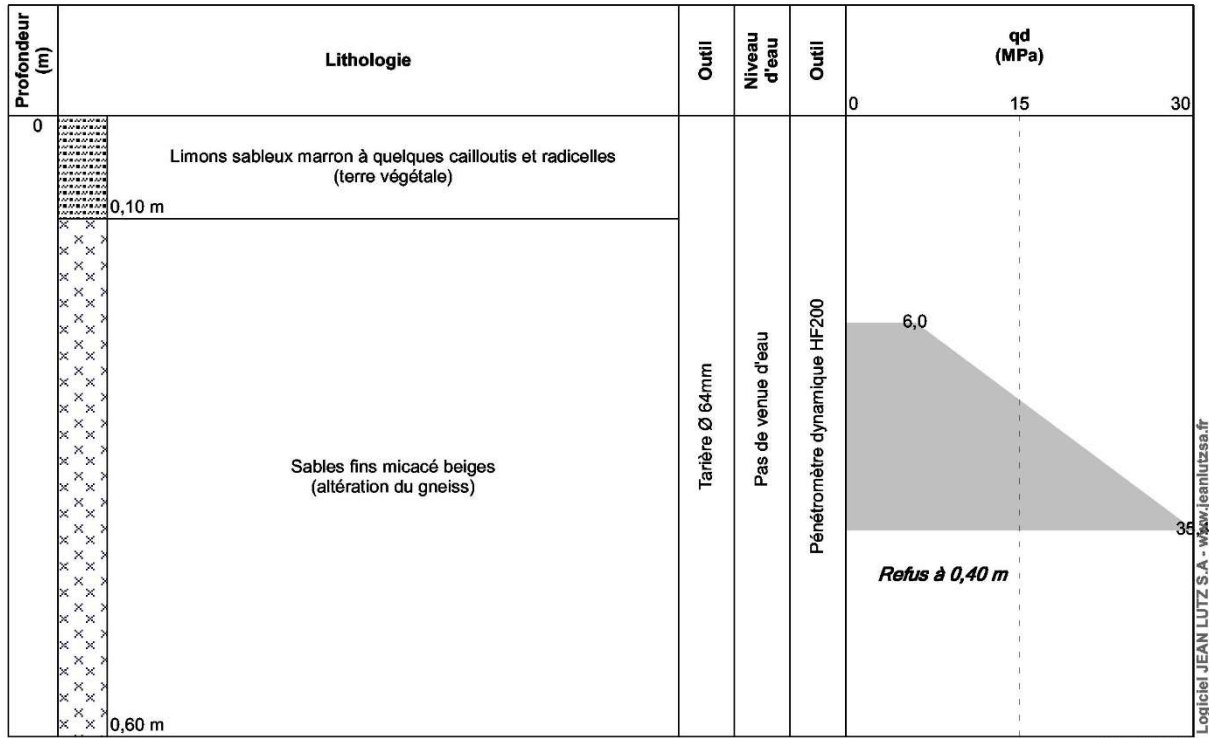
Refus à 0,50 m

 HYDRO-GEOTECHNIQUE <small>LABORATOIRES REGIONAUX DE RECONNAISSANCE ET D'INGENIERIE DE L'EAU, DES SOLS, DES FONDATIONS ET DE L'ENVIRONNEMENT</small>	Extension P+R de la gare COUËRON (44)			(Contrat : C.23.35.070)
	Date : 03/07/2023	Profondeur : 0,00 - 0,60 m	X :	
	Machine : HF200	Cote NGF :	Y :	

1/6

Forage : TAR7 + PD7


EXGTE 3.23.3



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

EXGTE 3.23.3

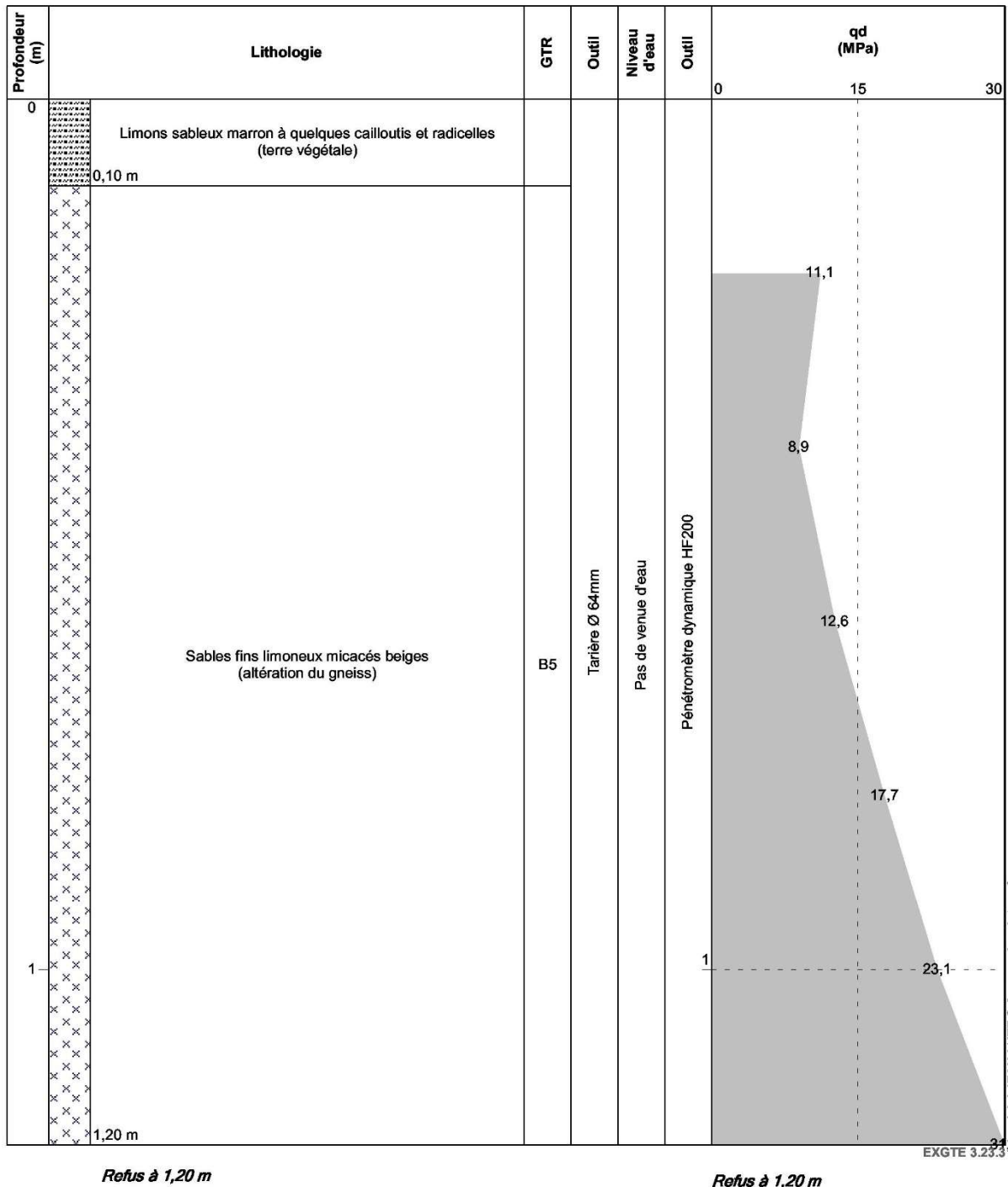
Refus à 0,60 m

 HYDRO-GEOTECHNIQUE <small>LABORATOIRES REGIONAUX DE RECONNAISSANCE ET D'INGENIERIE DE L'EAU, DES SOLS, DES FONDATIONS ET DE L'ENVIRONNEMENT</small>	Extension P+R de la gare COUËRON (44)			(Contrat : C.23.35.070)
	Date : 03/07/2023	Profondeur : 0,00 - 1,20 m	X :	
	Machine : HF200	Cote NGF :	Y :	

1/6

Forage : TAR8 + PD8

EXGTE 3.23.3



ANNEXE 4

RÉSULTATS DES ESSAIS DE PERMÉABILITÉ IN SITU







Diagram illustrating the geometry of a vertical channel. The channel has a total height N_s and a diameter D . A liquid column of height $H(t)$ is shown in red. The interface between the liquid and the gas above it is at height $Z(t)$. The liquid column is surrounded by a gas phase of height $H(t_0)$. The channel is labeled TA at the top and Ni at the bottom.



ANNEXE 5

RESULTATS DES ESSAIS EN

LABORATOIRE



RAPPORT D'ESSAIS

(norme NF P 11-300)

Affaire suivie par: Galatée SALAÜN

En date du: 10/07/2023

REFERENCES DU CHANTIER

Dossier N°: C.23.35.070 Chantier: Extension P+R de la gare
 Affaire: Reconnaissances géologiques et géotechniques Lieu: COUËRON (44)

REFERENCES DE L'ECHANTILLONNAGE:

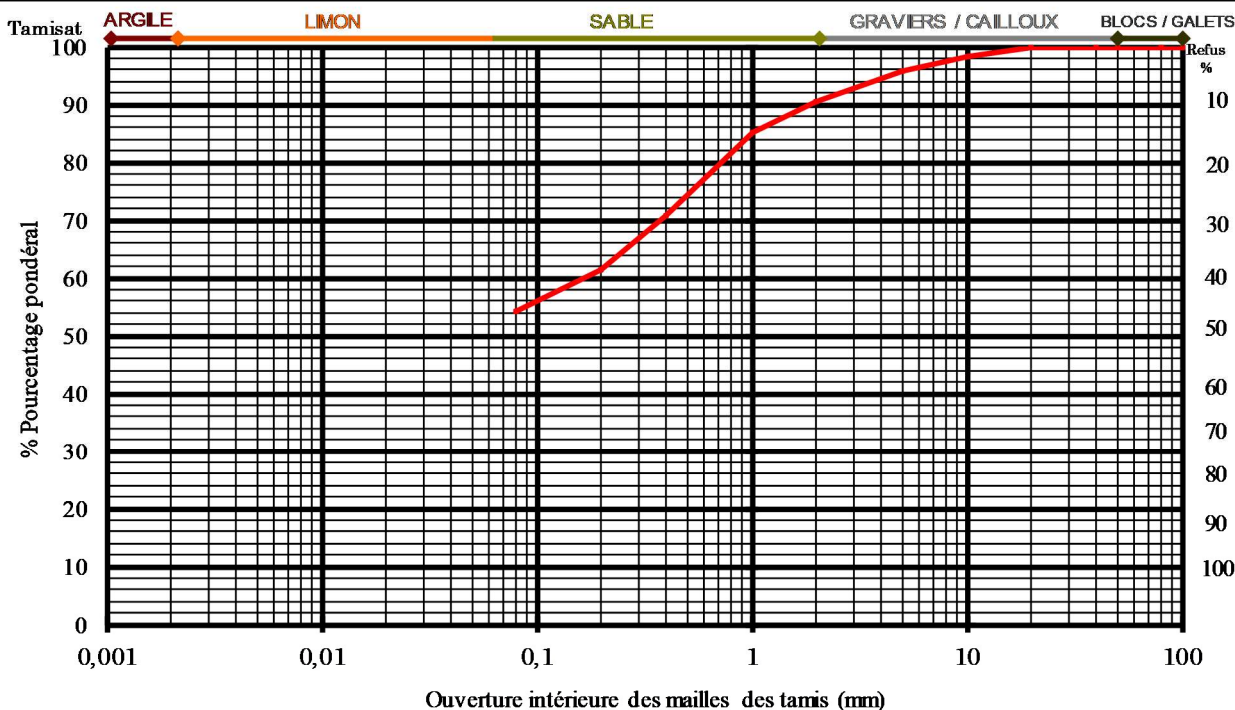
Sondage : TAR2 Date prélèvement: 03/07/2023
 Profondeur (m): 0,1-1,0 Réaction à l'acide : -
 Nature : Sables fins limoneux micacé beiges T° étuvage (°C) : 105

IDENTIFICATION - Laboratoire: LOUVRES	Norme	Essai réalisé par :
Teneur en eau par étuvage	NF P 94-050	Responsable Stéphanie PLOUCHART
Analyse granulométrique des sols	NF P 94-056	Responsable Stéphanie PLOUCHART
Analyse granulométrique par sédimentation	NF P 94-057	-
Valeur de bleu de méthylène d'un sol	NF P 94-068	Responsable Stéphanie PLOUCHART
Limites d'Atterberg	NF P 94-051	-

OBSERVATIONS:

RESULTATS:

TENEUR EN EAU NATURELLE W_n (0/20) % 7,9 W_n (0/D) % 7,9



Maille tamis (mm)	200	150	100	80	50	40	20	10	5	2	1	0,4	0,2	0,08						
% Tamisat	100	100	100	100	100	100	100	98	96	91	85	71	61	54,2						
GRANULOMETRIE									<div>ARGILOSITE</div> <table><tr><td>Valeur au bleu (VBS)</td><td>0,56</td></tr><tr><td>Limite de liquidité (Wl %)</td><td>-</td></tr><tr><td>Indice de plasticité (Ip)</td><td>-</td></tr></table> <div>Classement GTR (NF P 11-300): A1</div>						Valeur au bleu (VBS)	0,56	Limite de liquidité (Wl %)	-	Indice de plasticité (Ip)	-
Valeur au bleu (VBS)	0,56																			
Limite de liquidité (Wl %)	-																			
Indice de plasticité (Ip)	-																			
D10 (mm):	-		D max (mm)*:		4,5															
D30 (mm):	-		Passant à 0,08 mm		54,2															
D50 (mm):	-		Passant 0,08 mm (fraction 0/50):		54,2															
D60 (mm):	-		Passant à 2µm		-															
Coefficient courbure (Cc):	-		* déterminé avec le D ₉₅ (NF P 11-300) de l'échantillonnage																	
Coefficient uniformité (Cu):	-																			





RAPPORT D'ESSAIS

(norme NF P 11-300)

Affaire suivie par: Galatée SALAÛN

En date du: 10/07/2023

REFERENCES DU CHANTIER

Dossier N°:	C.23.35.070	Chantier:	Extension P+R de la gare
Affaire:	Reconnaitances géologiques et géotechniques	Lieu:	COUËRON (44)

REFERENCES DE L'ECHANTILLONNAGE:

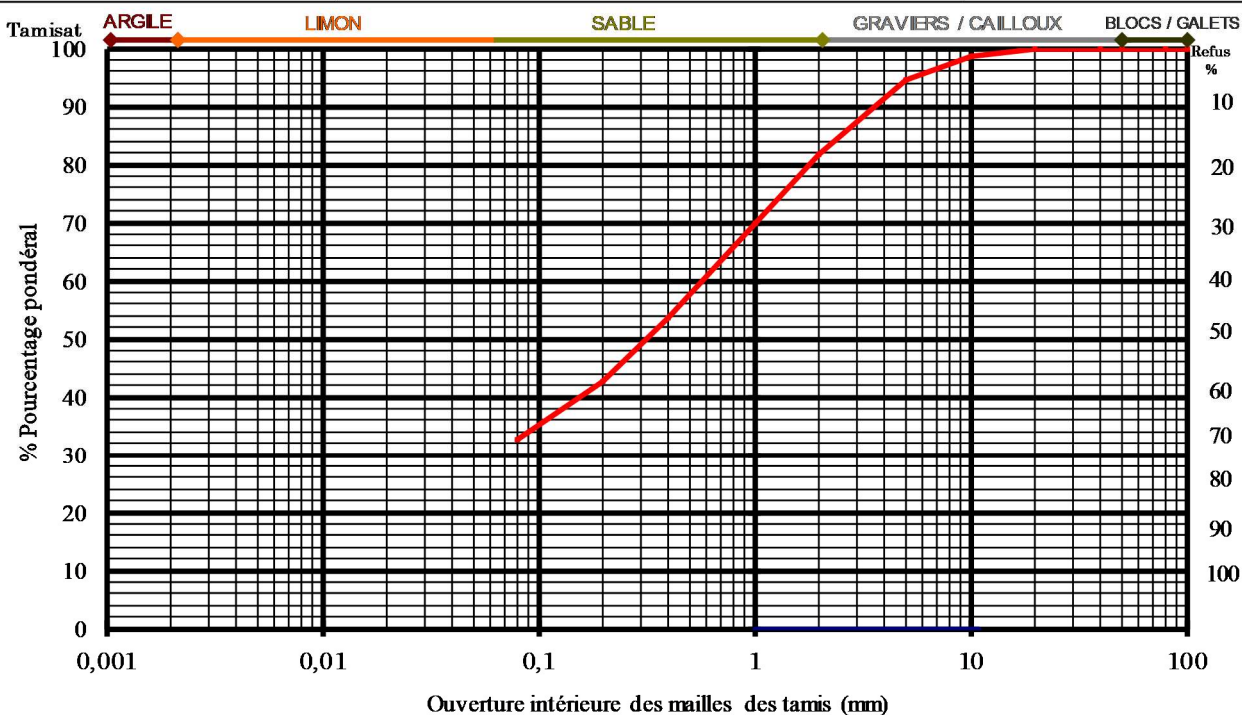
Sondage :	TAR4	Date prélèvement:	03/07/2023
Profondeur (m):	0,4-0,9	Réaction à l'acide :	-
Nature :	Sables fins limoneux micacé beiges	T° étuvage (°C) :	105

IDENTIFICATION - Laboratoire:	LOUVRES	Norme	Essai réalisé par :
Teneur en eau par étuvage		NFP 94-050	Responsable Stéphanie PLOUCHART
Analyse granulométrique des sols		NFP 94-056	Responsable Stéphanie PLOUCHART
Analyse granulométrique par sédimentation		NFP 94-057	-
Valeur de bleu de méthylène d'un sol		NFP 94-068	Responsable Stéphanie PLOUCHART
Limites d'Atterberg		NFP 94-051	-

OBSERVATIONS:

RESULTATS:

TENEUR EN EAU NATURELLE	W _n (0/20) %	3,6	W _n (0/D) %	3,6
-------------------------	-------------------------	-----	------------------------	-----



Maille tamis (mm)	200	150	100	80	50	40	20	10	5	2	1	0,4	0,2	0,08
% Tamisat	100	100	100	100	100	100	100	99	94	82	70	53	43	32,6

GRANULOMETRIE			
D10 (mm):	-	D max (mm)*:	5,5
D30 (mm):	-	Passant à 0,08 mm:	32,6
D50 (mm):	-	Passant 0,08 mm (fraction 0/50):	32,6
D60 (mm):	-	Passant à 2µm:	-
Coefficient courbure (Cc):	-	* déterminé avec le D ₉₅ (NF P 11-300) de l'échantillonnage	
Coefficient uniformité (Cu):	-		

ARGILOSITE	
Valeur au bleu (VBS)	0,30
Limite de liquidité (WL %)	-
Indice de plasticité (Ip)	-

Classement GTR (NF P 11-300):
B5



Groupe
HYDROGÉOTECHNIQUE

RAPPORT D'ESSAIS

(norme NF P 11-300)

Affaire suivie par: Galatée SALAÛN

En date du: 10/07/2023

REFERENCES DU CHANTIER

Dossier N°:	C.23.35.070	Chantier:	Extension du P+R de la gare
Affaire:	Reconnaitances géologiques et géotechniques	Lieu:	COUËRON (44)

REFERENCES DE L'ECHANTILLONNAGE:

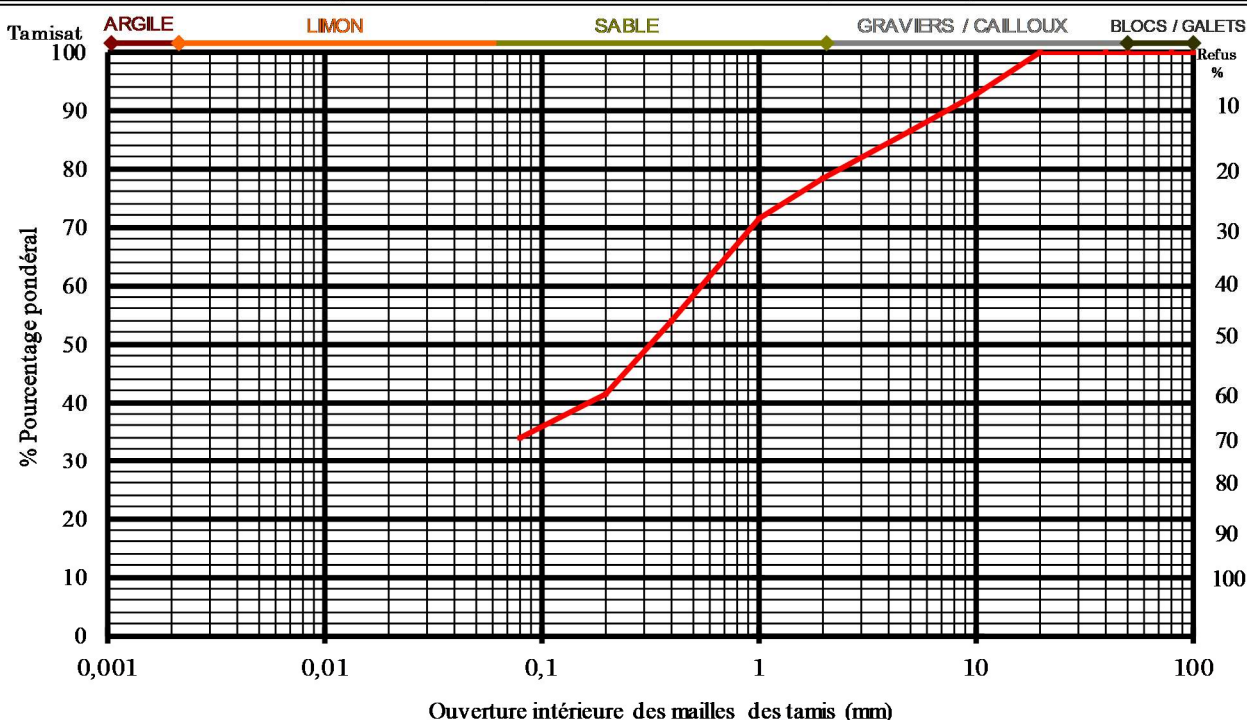
Sondage :	TAR8	Date prélèvement:	03/07/2023
Profondeur (m):	0,1-1,2	Réaction à l'acide :	-
Nature :	Sables fins limoneux micacés beiges	T° étuvage (°C) :	105

IDENTIFICATION - Laboratoire:	LOUVRES	Norme	Essai réalisé par :
Teneur en eau par étuvage	NF P 94-050	Responsable Stéphanie PLOUCHART	
Analyse granulométrique des sols	NF P 94-056	Responsable Stéphanie PLOUCHART	
Analyse granulométrique par sédimentation	NF P 94-057	-	
Valeur de bleu de méthylène d'un sol	NF P 94-068	Responsable Stéphanie PLOUCHART	
Limites d'Atterberg	NF P 94-051	-	

OBSERVATIONS:

RESULTATS:

TENEUR EN EAUX NATURELLE	W _n (0/20) %	5,1	W _n (0/D) %	5,1
--------------------------	-------------------------	-----	------------------------	-----



Maille tamis (mm)	200	150	100	80	50	40	20	10	5	2	1	0,4	0,2	0,08
% Tamisat	100	100	100	100	100	100	100	93	86	78	71	54	42	34,0

GRANULOMETRIE

D10 (mm):	-	D max (mm)*:	12
D30 (mm):	-	Passant à 0,08 mm:	34,0
D50 (mm):	-	Passant 0,08 mm (fraction 0/50):	34,0
D60 (mm):	-	Passant à 2µm:	-
Coefficient courbure (Cc):	-	* déterminé avec le D ₉₅ (NF P 11-300) de l'échantillonnage	
Coefficient uniformité (Cu):	-		

ARGILOSITE

Valeur au bleu (VBS)	0,30
Limite de liquidité (WL %)	-
Indice de plasticité (Ip)	-

Classement GTR (NF P 11-300):

B5

ANNEXE 6

MISSIONS GÉOTECHNIQUES



CLASSIFICATION DES MISSIONS TYPE D'INGÉNIERIE GÉOTECHNIQUE (extraite de la norme NF P 94-500 - 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 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'EXÉCUTION (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).
- Elaborer 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).
- Etablir 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'EXÉCUTION (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 par 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).

SCHEMA D'ENCHAINEMENT DES MISSIONS GEOTECHNIQUES
(extrait de la norme NF P 94-500 - Novembre 2013)

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 : Étude géotechnique préalable (G1)		Étude 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
	Étude préliminaire, esquisses, APS	Étude 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	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
Étape 2 : Étude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Étude 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 (choix constructifs)
	PRO	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	DCE/ACT	Étude 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 : Études géotechniques de réalisation (G3/G4)		À la charge de l'entreprise	À la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Étude et 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 (en interaction avec la phase Supervision du suivi)	Étude 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 (réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET/AOR	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Suivi (en interaction avec la phase Etude)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision de l'étude)	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
À 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

HYDROGEOTECHNIQUE

