

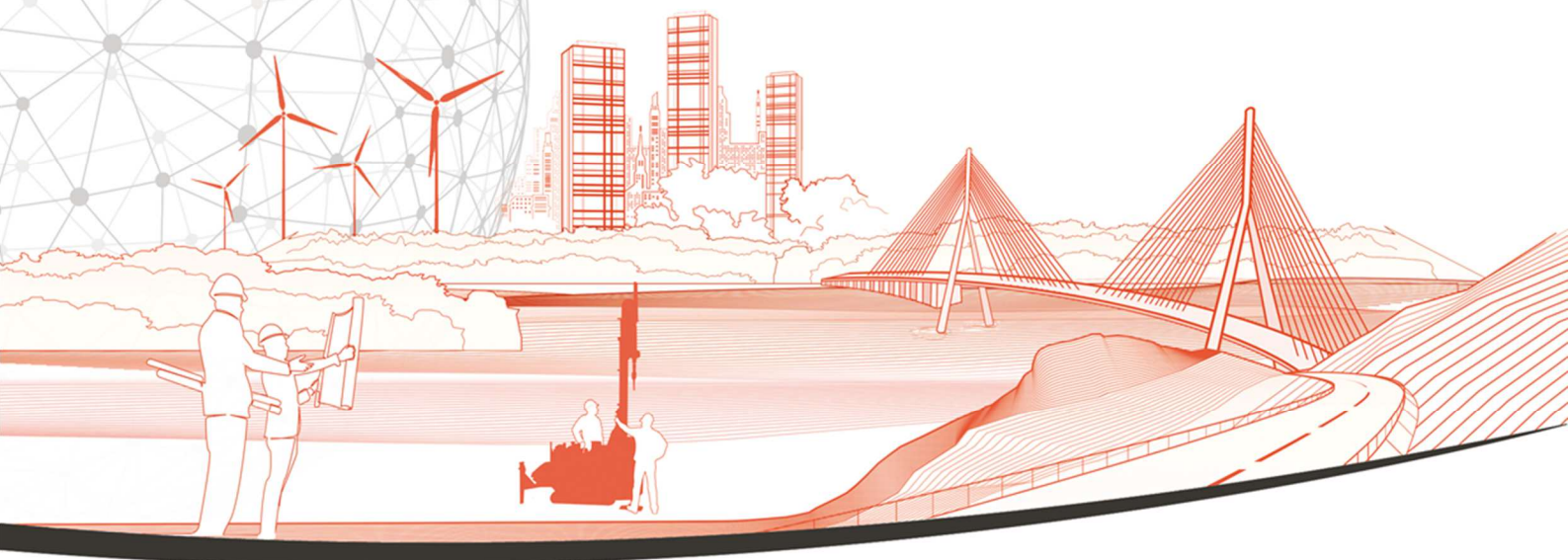
# HYDROGEOTECHNIQUE

Spécialistes en études de sol,  
chaussée et environnement.



  
**MINISTÈRE  
DE L'EUROPE  
ET DES AFFAIRES  
ÉTRANGÈRES**  
*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

Ministère de l'Europe et des Affaires étrangères  
Direction des immeubles et de la logistique  
Sous-Direction des opérations immobilières en France et de la logistique  
Bureau des opérations immobilières en France (DIL/OIFL/BFR)  
57 boulevard des Invalides  
75007 PARIS



## RAPPORT D'ÉTUDE GÉOTECHNIQUE

Extension centre des archives – Site de Casterneau

NANTES (44)

Études géotechniques (G2 AVP)

DOSSIER N°	INDICE	DATE	RÉDACTEUR	SUPERVISEUR	OBSERVATIONS / MODIFICATIONS
C.24.35.081	A	04/11/2024	Bertrand CAVAILLÈS	Jérémie ANDRÉ	Version initiale

# TABLE DES MATIÈRES

<b>1. INTRODUCTION .....</b>	<b>4</b>
1.1. MISSIONS.....	4
1.2. RÉFÉRENTIELS.....	6
1.3. DOCUMENTS FOURNIS.....	6
1.4. DESCRIPTION DU PROJET AU STADE DE NOTRE MISSION.....	7
<b>2. ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉLIMINAIRE DE SITE - MISSION G1.....</b>	<b>10</b>
2.1. ÉTUDE DE SITE .....	10
2.2. CONTEXTE HISTORIQUE.....	12
2.3. ZONE D'INFLUENCE GÉOTECHNIQUE .....	16
2.4. CONTEXTE GÉOLOGIQUE.....	16
2.5. CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE .....	17
2.6. RISQUES NATURELS ET ANTHROPIQUES .....	18
2.7. SISMICITÉ.....	25
<b>3. PROGRAMME SPÉCIFIQUE D'INVESTIGATIONS MIS EN ŒUVRE – MISSION G1 .....</b>	<b>27</b>
3.1. PROGRAMME SPÉCIFIQUE .....	27
3.2. IMPLANTATION ET CALAGE ALTIMÉTRIQUE.....	29
<b>4. RÉSULTATS DES INVESTIGATIONS ET INTERPRÉTATION - MISSIONS G1 ET G5 .....</b>	<b>30</b>
4.1. LITHOLOGIE ET CARACTÉRISTIQUES GÉOTECHNIQUES .....	30
4.2. HYDROGÉOLOGIE .....	40
4.3. AGRESSIVITÉ DES EAUX ET DES SOLS VIS-À-VIS DES BÉTONS.....	43
4.4. RECONNAISSANCES DE FONDATION .....	44
<b>5. CONDITIONS SISMQUES.....</b>	<b>48</b>
<b>6. SYNTHÈSE DES DONNÉES DE SOL ET ALÉAS GÉOTECHNIQUES – MISSION G2 AVP.....</b>	<b>50</b>
6.1. SYNTHÈSE DES DONNÉES GÉOTECHNIQUES.....	50
6.2. COUPE GÉOTECHNIQUE .....	51
6.3. ALÉAS.....	52
<b>7. PRINCIPES GÉNÉRAUX DE FONDATION – MISSION G2 AVP.....</b>	<b>55</b>
7.1. GÉNÉRALITÉS.....	55

7.2.	TERRASSEMENTS.....	56
7.3.	PURGE DES FONDATIONS EXISTANTES.....	57
7.4.	STABILITÉ DES TALUS.....	57
7.5.	DISPOSITIFS D'ASSAINISSEMENT ET DE DRAINAGE.....	57
<b>8.</b>	<b>ÉBAUCHE DIMENSIONNELLE DES FONDATIONS SUPERFICIELLES – MISSION G2 AVP.....</b>	<b>59</b>
8.1.	PRINCIPE.....	59
8.2.	NIVEAU D'ASSISE.....	59
8.3.	RÉSISTANCE ULTIME ET TASSEMENTS.....	60
8.4.	SUJÉTIONS D'EXÉCUTION .....	62
<b>9.</b>	<b>POINTS À ÉTUDIER PARTICULIÈREMENT AU STADE G2-PRO .....</b>	<b>63</b>
	<b>ANNEXES .....</b>	<b>65</b>
	<b>ANNEXE 1 ÉTAT DES RISQUES RÉGLEMENTÉS .....</b>	<b>66</b>
	<b>ANNEXE 2 PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES.....</b>	<b>79</b>
	<b>ANNEXE 3 COUPES DES SONDAGES.....</b>	<b>81</b>
	<b>ANNEXE 4 ESSAIS DE PERMÉABILITÉ IN-SITU .....</b>	<b>93</b>
	<b>ANNEXE 5 ESSAIS EN LABORATOIRE.....</b>	<b>96</b>
	<b>ANNEXE 6 MISSIONS GÉOTECHNIQUES .....</b>	<b>108</b>

# 1. INTRODUCTION

## 1.1. MISSIONS

À la demande du cabinet **CO-S** et pour le compte du **Ministère de l'Europe et des Affaires Étrangères**, l'agence de Nantes du Bureau d'Études **HYDROGEOTECHNIQUE NORD** a procédé à l'exécution des sondages, essais et études géotechniques préalables à l'**extension d'un bâtiment administratif** situé aux Archives Diplomatiques, rue de Casterneau, dans la ville de **NANTES (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 à l'enchaînement la **mission G2 AVP** de l'Union Syndicale Géotechnique. Vous trouverez en annexe la classification, le contenu et le schéma d'enchaînement de ces missions.

Notons qu'une étude G1 ES+PGC + G5 a été réalisée par nos soins en 2023. Cette étude est référencée C.23.35.074.

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 **Bertrand CAVAILLÈS**, Ingénieur Géotechnicien diplômé de l'École Nationale des Travaux Publics de l'État, vérifié et approuvé par **Jérémie 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 fondations envisageables au droit de l'extension du bâtiment,
  - Les points principaux relatifs au drainage de l'extension du bâtiment,
- La justification de quelques ébauches dimensionnelles des ouvrages principaux suivants les règles, normes AFNOR ou fascicules,
- L'examen de quelques exemples types de fondation en précisant les encastresments et les portances.

Notre mission de type G2 AVP s'arrête à la remise de ce rapport. Elle devra être suivie des missions de type G2 PRO et DCE/ACT, G4 dans le cadre du projet d'extension. 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 enrobés et 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.

Notre étude ne comporte pas d'étude structurelle, ni aucun dimensionnement d'ouvrage géotechnique.

## 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),
- Arrêté du 22 octobre 2010 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal », modifié par arrêtés successifs, version en vigueur à la date d'établissement du présent rapport,
- NF P 94-261 – Fondations superficielles,
- DTU 13.12 – Fondations superficielles (mars 1988),
- 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

Les documents suivants nous ont été fournis au stade G1 ES+PGC en 2023 :

- 223123E-NANTES-Casterneau-Plan topographique au format DWG ;
- Plan des réseaux au format DWG ;
- Descriptif sommaire du projet en corps de mail.

À notre demande le 26/09/2024, le cabinet co-s nous a transmis le document suivant :

- 240102 – « MEMO Faisabilités synthèse pour hydrogéotech », sur la base de documents datés du 26/01/2024

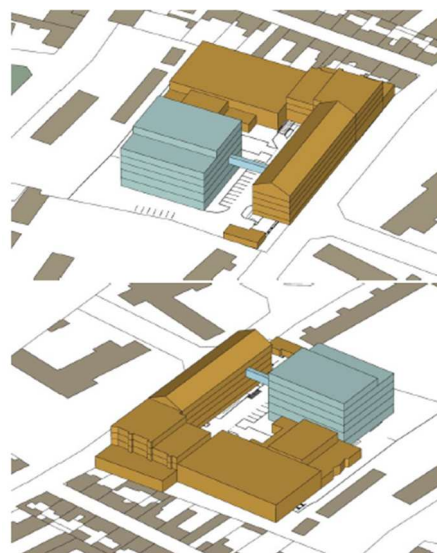
## 1.4. DESCRIPTION DU PROJET AU STADE DE NOTRE MISSION

Le projet prévoit l'extension du centre des archives diplomatiques de Nantes.

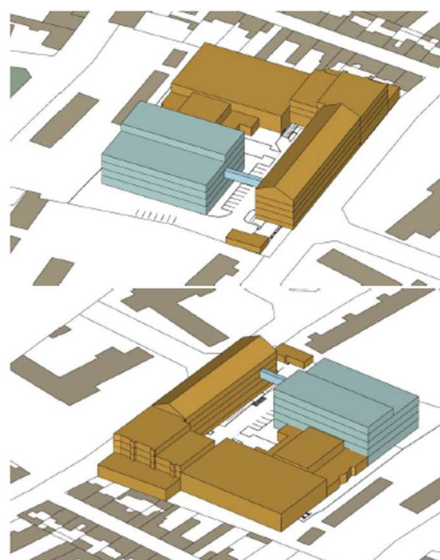
Les informations et plans suivants sont tirés du document transmis par le cabinet CO-S le 26/09/2024.

À ce stade, 3 scénarii sont étudiés :

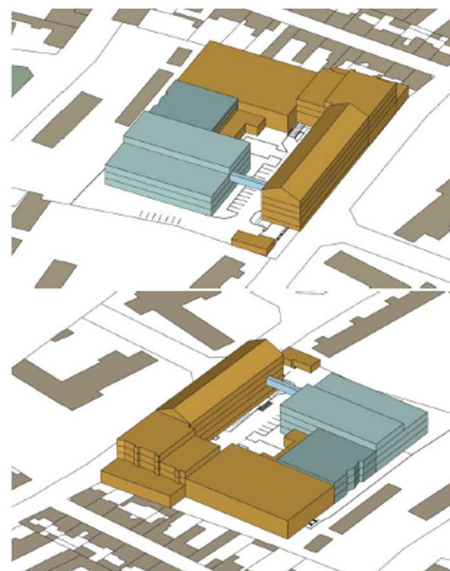
**Scénario 1 :** Le nouveau bâtiment (représenté en bleu sur la modélisation ci-après) s'implante pratiquement dans l'implantation actuelle, les places de stationnement à l'Est du bâtiment sont supprimées pour épaissir le bâtiment créé. Le nouveau bâtiment sera en R+5 et ne possèdera pas de sous-sol. La surface au sol sera de 1250m<sup>2</sup> environ.



**Scénario 2 :** le nouveau bâtiment s'implante sur une assiette plus importante que le scénario 1 en occupant les places de stationnement à l'Est du bâtiment construit et en s'alignant avec les autres bâtiments existants côté Sud-Est. Le nouveau bâtiment sera en R+4, sans niveau de sous-sol. La surface au sol sera d'environ 1540m<sup>2</sup>.



**Scénario 3 :** Le nouveau bâtiment s'implante sur une assiette plus importante que les scénarii 1 et 2 en occupant les places de stationnement à l'Est et en s'alignant sur les autres bâtiments en fond de parcelle au Sud-Est. Une part des bâtiments situés au Sud seront complètement restructurés et surélevés. Le bâtiment sera alors en R+3 sans niveau de sous-sol. L'emprise au sol de projet sera de 2300m<sup>2</sup> environ.



Ci-dessous les plans comparatifs des différents scénarii, issus des éléments qui nous ont été fournis par CO-S :



À ce stade, il n'est pas clairement indiqué si les fondations existantes seront reprises en fondations du futur bâtiment. Rappelons que l'emprise du futur bâtiment diffère de l'emprise au sol de l'actuel. Il est donc plus vraisemblable que les fondations existantes soient purgées avant la mise en place de fondations neuves, a minima pour les scénarii 2 et 3.

Précisons que notre mission concerne uniquement le bâti neuf à créer, et ne traite pas de la réhabilitation des bâtiments existants.

Aucune autre information ne nous a été communiquée sur le projet.

D'après les informations fournies par le Maître d'Ouvrage, le projet étudié est classé en catégorie géotechnique 2 :

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 doivent nous être communiqués et recevoir notre accord par écrit et faire l'objet d'une mission spécifique complémentaire. Ces changements peuvent modifier les conclusions de notre étude.

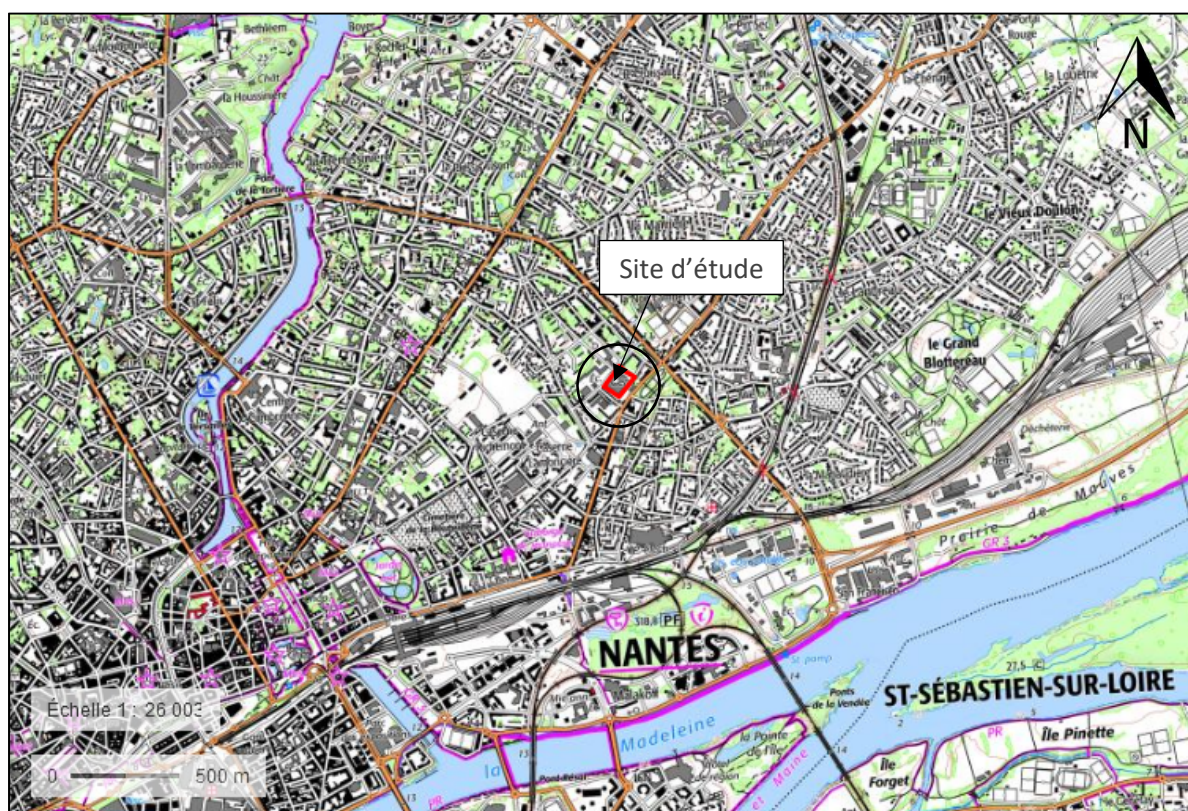
Cette étude a été réalisée en date du 04/11/2024. Nous attirons l'attention sur le fait qu'un certain nombre de paramètres peuvent évoluer dans la durée (environnement notamment). Au-delà d'un délai de 1 an, nous recommandons fortement une actualisation de nos conclusions.

## 2. ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉLIMINAIRE DE SITE - MISSION G1

### 2.1. ÉTUDE DE SITE

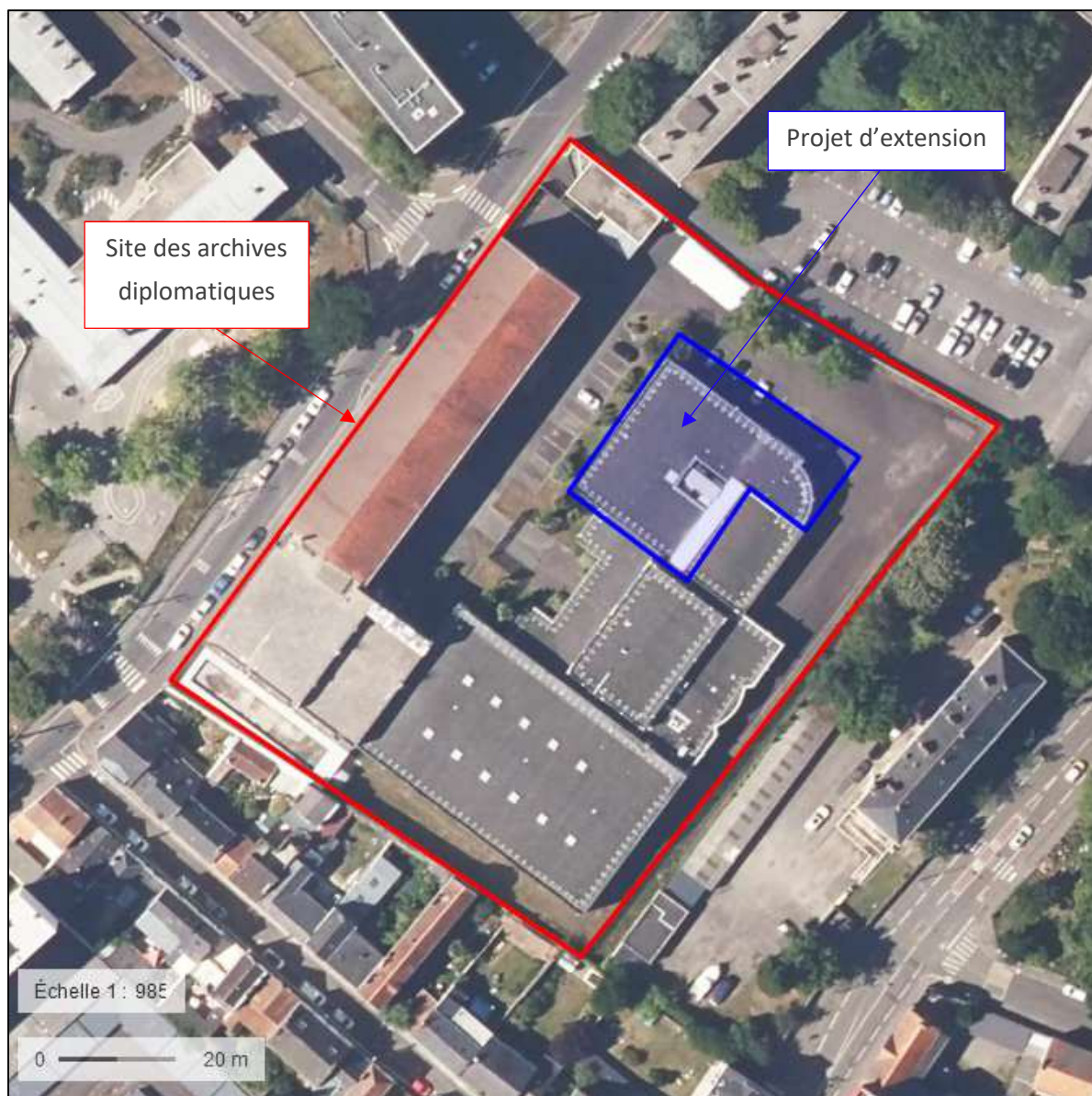
Le site des archives diplomatiques se trouve aux 15 et 17 rue du Casterneau à **NANTES (44)**. Le site comporte un ensemble de bâtiments et une zone de parking sur laquelle sont réalisés les sondages. Il se trouve à une altimétrie de l'ordre de +8.2 m NGF à +9.5 m NGF, avec une légère dénivellation vers le sud-est.

Les cours d'eau (Loire et Erdre) se trouvent à plus d'un kilomètre de la zone d'étude.



*Extrait de la carte topographique IGN (source : [geoportail.gouv.fr](http://geoportail.gouv.fr))*

Le projet d'extension est au contact de bâtis existants, qui ne comportent a priori pas de sous-sol.



*Vue aérienne (source : [geoportail.gouv.fr](http://geoportail.gouv.fr))*



*Photographie du site – RF1 – Septembre 2023*

## 2.2. CONTEXTE HISTORIQUE

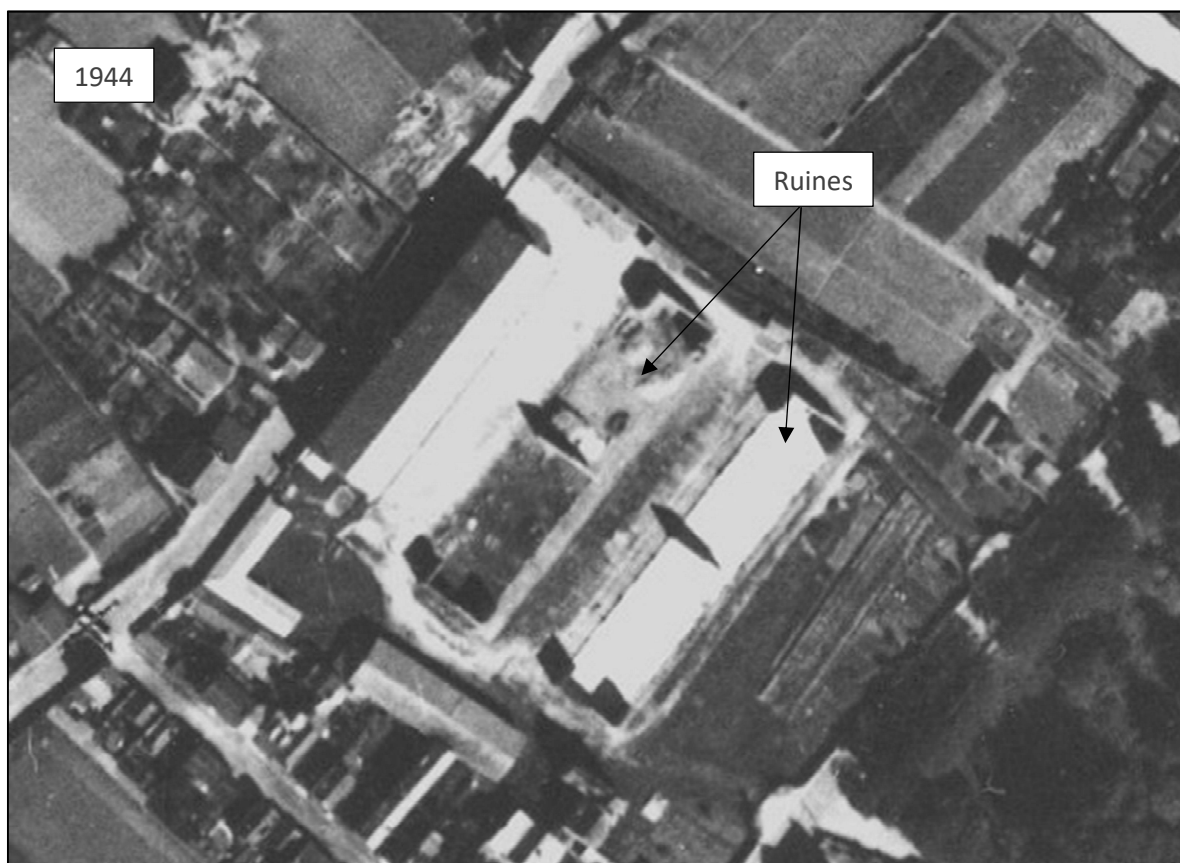
Aucune information ne nous a été communiquée quant à l'historique du site. Par observation des vues aériennes anciennes (remonterletemps.ign.fr), il nous est possible de retracer un historique partiel du site comme suit :

En 1923, il existe trois bâtiments sur le site d'étude. Les deux bâtiments les plus au sud seront détruits lors de la seconde guerre mondiale. Leurs ruines sont visibles sur les photographies de 1944. Le bâtiment central sera reconstruit dès les années 50 et les ruines du troisième bâtiment plus au sud seront évacuées pour faire un parking. Le bâtiment reconstruit subira quelques modifications mineurs (remplacement de la toiture) jusqu'à sa démolition au début des années 1990, permettant la construction de l'ensemble des bâtiments actuels.

**Compte tenu du contexte historique, on s'attend à retrouver des vestiges, des remblais, voire potentiellement des éléments pyrotechniques liés aux bombardements de 1944.**

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









*Vues aériennes anciennes (remonterletemps.ign.fr)*

## 2.3. ZONE D'INFLUENCE GÉOTECHNIQUE

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

- une partie des bâtiments à démolir,
- les bâtiments conservés en mitoyenneté du projet, et leurs fondations,
- les réseaux enterrés à dévoyer,
- les zones de parking et espaces verts.

## 2.4. CONTEXTE GÉOLOGIQUE

D'après la carte géologique de NANTES éditée par le BRGM au 1/50 000<sup>ème</sup>, 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 :

- Fy : Alluvions fluviales anciennes de basse terrasse,
- ξ2a : Micaschistes albitiques à muscovite et chlorite, présentant une frange d'altération en tête limono-sableuse à limono-caillouteuse sur une épaisseur variable.

Des remblais liés à l'historique du site sont attendus en surface sur des épaisseurs variables.



*Extrait de la carte géologique du BRGM au 1/50 000<sup>ème</sup> (source : [infoterre.brgm.fr](http://infoterre.brgm.fr))*

## 2.5. CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE

Dans ce contexte, plusieurs types de nappes sont possibles :

- une nappe parasite située au sein des terrains 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, avec des écoulements préférentiels au niveau des tranchées de réseaux existants ou anciens par exemple. Etant donné le contexte, des phénomènes de ruissellement pourront également être observés,
- une nappe alluviale perchée liée à la présence des alluvions anciennes (formation Fy), et présente essentiellement en profondeur, la surface étant imperméabilisée par les aménagements urbains,
- une nappe de rétention contenue dans les matériaux d'altération du substratum rocheux, évoluant en relation avec les conditions météorologiques, et alimentée lors de situations météorologiques défavorables,
- 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

### 2.6.1. TABLEAU GÉNÉRAL

Le tableau ci-après récapitule les risques référencés au droit de la parcelle étudiée sur le site gouvernemental [www.georisques.gouv.fr](http://www.georisques.gouv.fr).

RISQUE ÉTUDIÉ	ALÉA
Sismicité	Zone 3 (moyen)
Inondation	PPRI Sèvre Nantaise 44
Remontée de nappe / Inondation de cave	Zone potentiellement sujette aux inondations de cave
Mouvement de terrain	Non concerné
Retrait/gonflement des argiles	1 : Exposition faible
Cavités souterraines	Non concerné
Radon	Catégorie 3 (significatif)
Submersion marine	Non concerné
Tempêtes	Non concerné
Avalanches	Non concerné
Incendies de forêt	Non concerné
Minier	Non concerné
Installations industrielles classées	Non concerné
Canalisations de transports de matières dangereuses	1 canalisation dans un rayon de 500 m
Pollution des sols	13 sites CASIAS dans un rayon de 500 m
Rupture de barrage	Non concerné
Risque technologique	Non concerné
Nucléaire	Non concerné
Bruit	D - Faible

L'état des risques prérempli mis à disposition par l'État depuis [www.georisques.gouv.fr](http://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 :

Nombre d'arrêtés de catastrophes naturelles (CAT-NAT) : 12

Source : CCR

Inondations et/ou Coulées de Boue : 9

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
INTE0100059A	05/01/2001	07/01/2001	12/02/2001	23/02/2001
INTE1726132A	09/07/2017	09/07/2017	26/09/2017	27/10/2017
INTE9500103A	17/01/1995	05/02/1995	21/02/1995	24/02/1995
INTE9800067A	11/06/1997	11/06/1997	12/03/1998	28/03/1998
INTE9900627A	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999
IOCE0924271A	10/05/2009	10/05/2009	16/10/2009	21/10/2009
NOR19830111	08/12/1982	31/12/1982	11/01/1983	13/01/1983
NOR19830910	18/07/1983	21/07/1983	10/09/1983	11/09/1983
NOR19870127	15/09/1986	15/09/1986	27/01/1987	14/02/1987

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

Tempête : 1

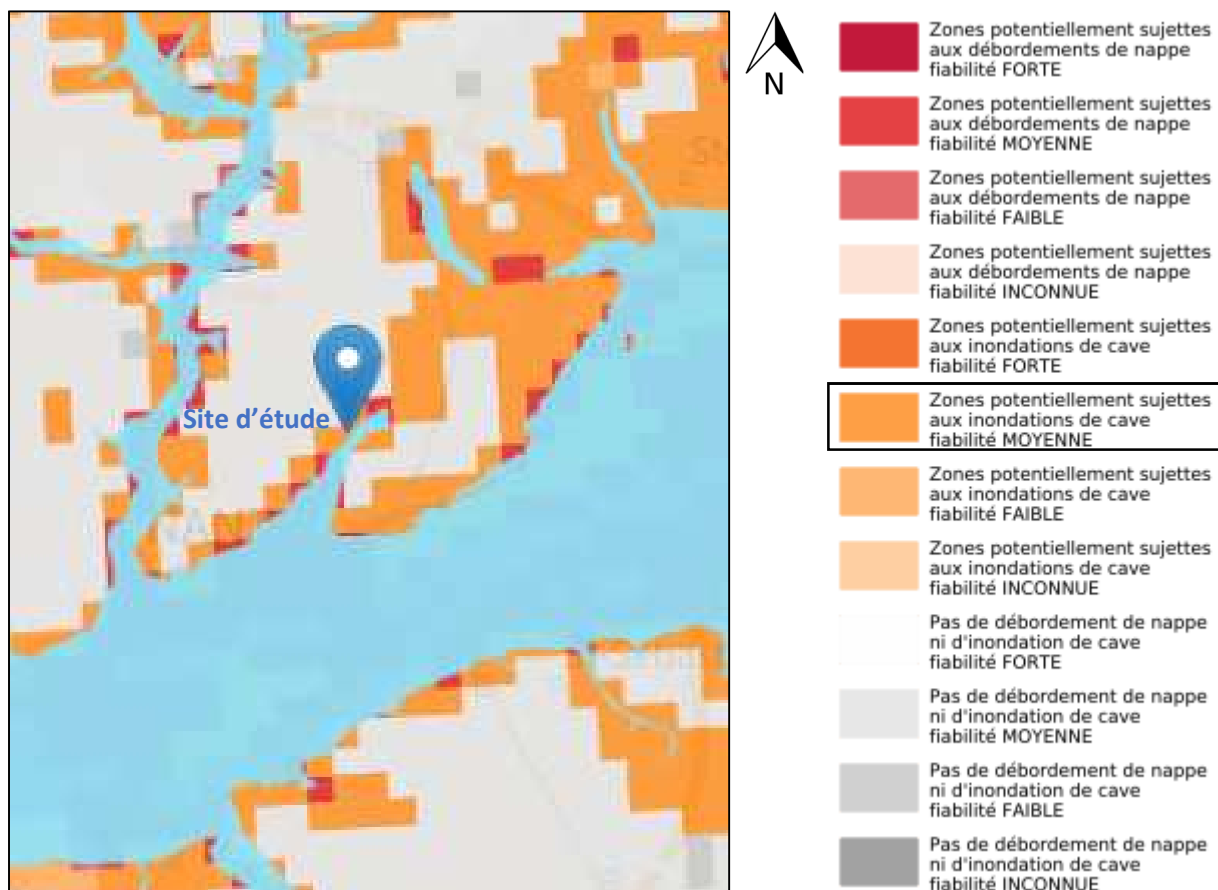
Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
NOR19830910	18/07/1983	21/07/1983	10/09/1983	11/09/1983

Grêle : 1

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
NOR19830910	18/07/1983	21/07/1983	10/09/1983	11/09/1983

## 2.6.2. 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.



*Zones sensibles aux remontées de nappe ([infoterre.brgm.fr](http://infoterre.brgm.fr))*

Dans notre cas, on se situe ici dans la **zone potentiellement sujette aux inondations de cave**, ce qui apparaît cohérent compte tenu du contexte du site d'étude et de son altimétrie en NGF.

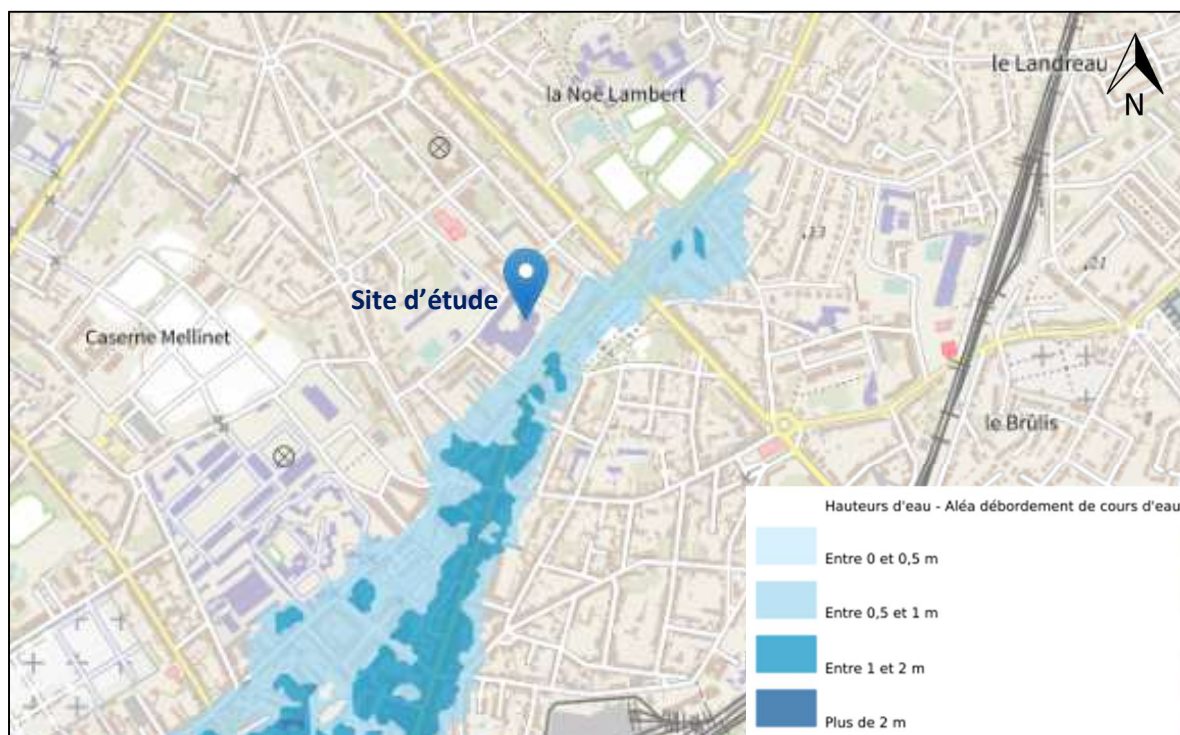
De manière générale, on retiendra que ces cartes sont difficilement exploitables pour notre projet, situé dans un secteur urbanisé avec des aménagements susceptibles de modifier / perturber les écoulements souterrains. Ces modifications / perturbations ne sont pas prises en compte dans ces cartographies.

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.

### 2.6.3. RISQUE D'INONDATION PAR DÉBOREMENT DE COURS D'EAU D'EAU

Un aléa inondation par débordement de la Loire se trouve au sud du site d'étude baignant les alluvions anciennes (Fy), en lien avec l'altimétrie faible (+8 à +9 m NGF). Cette nappe pourra être amenée à déborder en cas de forte pluviométrie et notamment de crue milléniale de la Loire, avec un aléa cartographié ci-dessous.

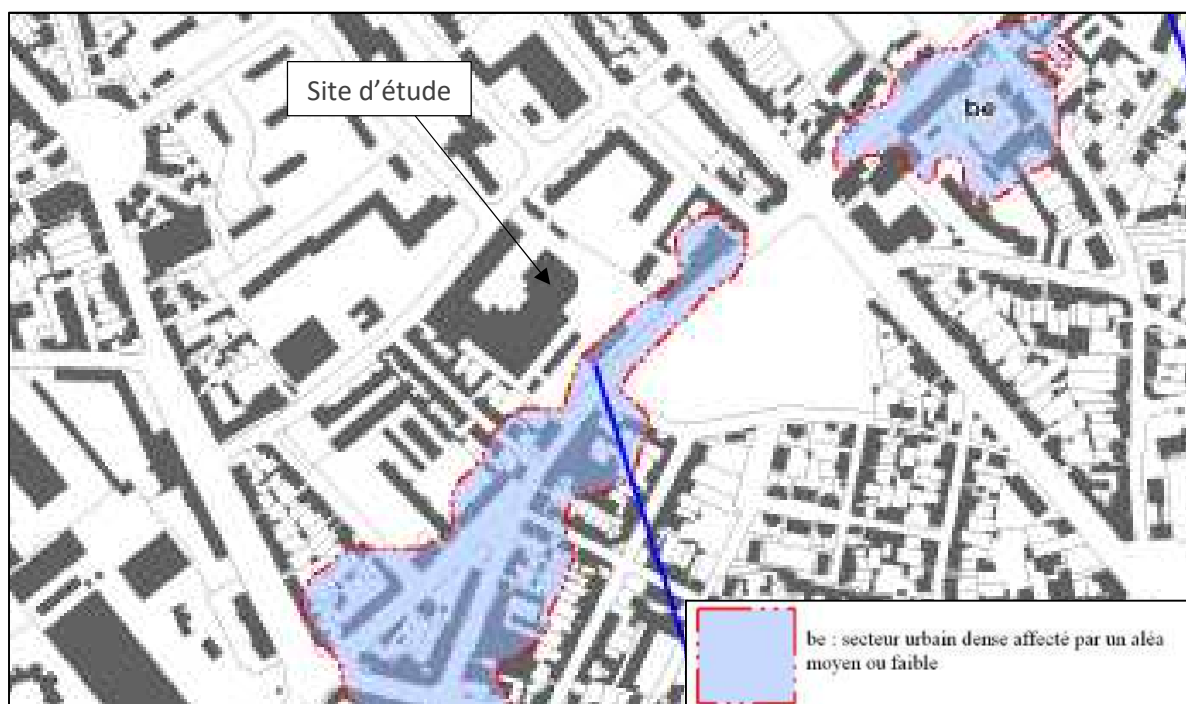
A priori la zone d'étude n'est pas concernée.



*Aléa débordement de la Loire – rare ou millénial*

#### 2.6.4. PPRI LOIRE AVAL AGGLO NANTAISE

La commune est impactée par le PPRI Loire Aval Agglo Nantaise. Le site d'étude apparait sur la cartographie de Saint-Sébastien-Sur-Loire mais n'est pas impactée par le zonage règlementaire.



*Extrait du PPRI Loire Aval en Agglo Nantaise*

La cote NGF de la crue de référence au PPRI (crue centennale) à hauteur de la zone d'étude est de **+ 6.85 m NGF**. Pour rappel, la topographie du site est comprise entre +8.2 m NGF et +9.5 m NGF environ.

#### 2.6.5. RISQUE PYROTECHNIQUE

Le secteur d'étude a fait l'objet de bombardements au cours de la seconde guerre mondiale (cf. paragraphe 2.2). Même si le site d'étude a été fortement remanié, le risque pyrotechnique lié par exemple à la présence d'engin de guerre enfoui ne peut être totalement écarté. Il conviendra de lever ou confirmer cet aléa par un bureau d'étude spécialisé en dépollution pyrotechnique.

## 2.6.6. RISQUE DE PRÉSENCE DE SOLS POLLUÉS – SITES BASIAS

Dans un rayon de 500 m autour de la zone d'étude sont recensés les sites ou anciens sites industriels suivants :

Inventaire CASIAS des anciens sites industriels et activités de services

Nom du site	Fiche détaillée
ELF FRANCE SA, Station service	<a href="https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP4003586">https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP4003586</a>
GARAGE, réparation d'automobiles, AVANT SEVETTE François, Dépôt de fuel	<a href="https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP4003591">https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP4003591</a>
TOTAL RAFFINAGE DISTRIBUTION, Station service	<a href="https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP4003593">https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP4003593</a>
ESSO SAF, Station service	<a href="https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP4003594">https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP4003594</a>
CITROEN, garage automobiles, AVANT PARANTHOEN, Garage et Station service	<a href="https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP4003601">https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP4003601</a>
PEIGNON Joseph, Treillages	<a href="https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP4003556">https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP4003556</a>
FORCE & LUMIERE ELECTRIQUE DE L'OUEST, Centrales à vapeur	<a href="https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP4003557">https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP4003557</a>
TOTAL, station service, ROLLAND J., Constructions mécaniques	<a href="https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP4003558">https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP4003558</a>
DAVIAIS & MAILLAUD, Scieries	<a href="https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP4003560">https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP4003560</a>
DOITEAU Marcel, Constructions métalliques	<a href="https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP4003561">https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP4003561</a>
FONDERIES NANTAISES, Fonderies de fer, de fonte et d'acier	<a href="https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP4003562">https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP4003562</a>
BLANDIN Jules, Garage	<a href="https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP4003677">https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP4003677</a>
DEBIARD, Atelier de blanchissement des pailles	<a href="https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP4003678">https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP4003678</a>

En l'absence d'information sur d'éventuelles études sites et sols pollués déjà réalisées au droit de la zone d'implantation du projet, il pourrait être possible de rencontrer des terrains pollués lors des futurs travaux de terrassement. Seule une étude environnementale spécifique permettra de déterminer le risque de pollution des sols dans l'emprise du projet.

### 2.6.7. RISQUE RADON

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

Les communes à potentiel radon de catégories 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.

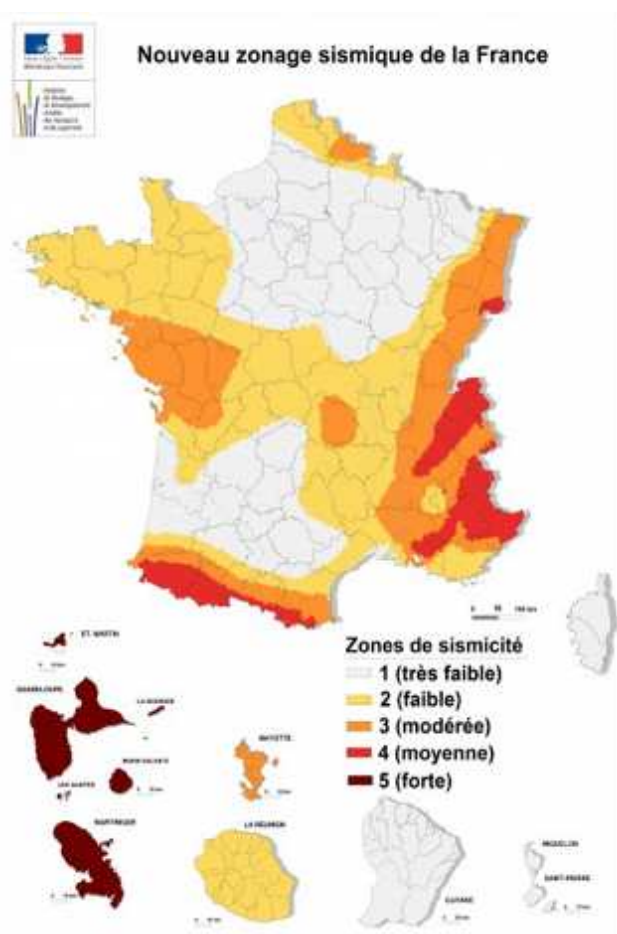
Nous vous préconisons de vous rapprocher d'un organisme agréé en matière de risque de présence de radon afin d'effectuer des mesures et de prévoir en conséquence les éventuelles dispositions adaptées nécessaires à la limitation de la concentration en radon dans les locaux, telles que :

- ventilation suffisante des bâtiments,
- limitation des surfaces de contact sol/bâtiment,
- limitation des points d'entrée sol/bâtiment (canalisation, réseaux, trappes,...),
- étanchéification des interfaces sol/bâtiments (dallages) et des points de pénétration,
- drainage de la périphérie du bâtiment,
- prévention de la fissuration des dallages,
- limitation de la dépression du bâtiment par rapport au sol.

## 2.7. 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 (modérée)**.

Ces règles doivent être appliquées au moyen d'un coefficient d'importance  $\gamma_1$  attribué à chacune des catégories d'importance de l'ouvrage. Les valeurs de ces coefficients sont données par le tableau suivant :

CATÉGORIE D'IMPORTANCE	COEFFICIENT D'IMPORTANCE $\gamma_1$
I	0,8
II	1
III	1,2
IV	1,4

Le coefficient à retenir dépendra de la catégorie d'importance des ouvrages projetés (à définir par le Maître d'Ouvrage).

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
<b>3 (modérée)</b>	<b>1,1</b>
4 (moyenne)	1,6
5 (forte)	3

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  $\gamma_I$ .

On retiendra donc :

$$a_g = a_{gr} \times \gamma_I$$

$$a_g = 1,1 \times \gamma_I \text{ (m/s}^2\text{)}$$

## 3. PROGRAMME SPÉCIFIQUE D'INVESTIGATIONS MIS EN ŒUVRE – MISSION G1

### 3.1. PROGRAMME SPÉCIFIQUE

Nous avons mis en œuvre les investigations suivantes, en septembre 2023 :

- **1 forage de reconnaissance géologique de type destructif**, noté SP1, au tricône Ø 66 mm, mené jusqu'à 15,0 m de profondeur,
- Répartis dans ce forage, **9 essais de chargement in situ** de type pressiométrique, suivant la norme NF EN 22476-4, permettant de déterminer les paramètres :
  - Em : module pressiométrique,
  - Pl\* : pression limite nette,
  - Pf\* : pression de fluage.
- **L'enregistrement des paramètres de forage** à l'avancement avec un appareil numérique de type LUTZ permettant de mesurer :
  - Vitesse d'avancement,
  - Pression de poussée,
  - Vitesse de rotation.
- **2 essais de perméabilité en forage ouvert, à charge variable**, réalisés entre 2m et 3m de profondeur, et entre 5m et 6m de profondeur,
- **3 forages à la tarière mécanique Ø 100mm**, notés TAR1 à TAR3, conduits jusqu'à 5,0m de profondeur ou au refus à 4,2m en TAR3,
- **3 essais au pénétromètre** dynamique lourd de type B, suivant la norme NF EN ISO-22476-2, associés aux forages à la tarière mécanique, notés PD1 à PD3, descendus jusqu'aux refus rencontrés à 3,6 et 4,2m de profondeur,
- **1 sondage de reconnaissance des fondations à la pelle mécanique**, noté RF1, conduit jusqu'à 1,4 m de profondeur, permettant l'observation de la nature et de la géométrie de la fondation du bâti existant.

Nous avons mis en œuvre en août et Septembre 2024 :

- **1 forage de reconnaissance géologique de type destructif**, noté SP1-2024, au tricône Ø 66 mm, mené jusqu'à 12,0 m de profondeur,  
Ce forage a été équipé en **piézomètre** jusqu'à 12m de profondeur et fait l'objet d'un **suivi piézométrique mensuel manuel sur 12 mois** (en cours).
- Répartis dans ce forage, **8 essais de chargement in situ** de type pressiométrique, suivant la norme NF EN 22476-4, permettant de déterminer les paramètres :
  - Em : module pressiométrique,
  - PI\* : pression limite nette,
  - Pf\* : pression de fluage.
- **L'enregistrement des paramètres de forage** à l'avancement avec un appareil numérique de type LUTZ permettant de mesurer :
  - Vitesse d'avancement,
  - Pression de poussée,
  - Vitesse de rotation.
- **1 forage vertical en carottage continu**, au carottier roto percussion Ø 114mm, noté SC1-2024, conduit à 5m de profondeur. Des échantillons intacts (EI) ont été prélevés sous gaine PVC pour réalisation d'essais en laboratoire.
- **1 sondage de reconnaissance des fondations à la pelle mécanique**, noté RF1-2024, conduit jusqu'à 1,94 m de profondeur, permettant l'observation de la nature et de la géométrie de la fondation du bâti existant de l'aile Nord-Ouest.

### 3.2. IMPLANTATION ET CALAGE ALTIMÉTRIQUE

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

Les coordonnées des têtes des sondages ont été mesurées à l'aide d'un GPS de précision dans le référentiel RGF93/CC47 et en IGN69 :

<i>Sondages</i>		<i>Type</i>	<i>Coord. Lambert 93 CC47</i>		<i>Z</i> <i>(+m NGF)</i>
			<i>X (m)</i>	<i>Y (m)</i>	
2023	TAR1+PD1	Forage à la tarière et essai au pénétromètre dynamique	1357226,20	6235242,39	9,41
	TAR2+PD2	Forage à la tarière et essai au pénétromètre dynamique	1357237,77	6235256,34	9,50
	TAR3+PD3	Forage à la tarière et essai au pénétromètre dynamique	1357272,77	6235238,86	8,21
	SP1	Forage destructif et essais pressiométriques	1357264,25	6235246,68	8,41
	RF1	Reconnaissance de fondation à la pelle mécanique	1357268,69	6235224,24	8,24
2024	SP1-2024+PZ	Forage destructif et essais pressiométriques	1357260,36	6235209,20	8,53
	SC1-2024	Forage destructif et essais pressiométriques	1357260,80	6235209,77	8,52
	RF1-2024	Reconnaissance de fondation à la pelle mécanique	1357228,21	6235260,17	9,92

Ces cotes sont rappelées en tête des coupes géotechniques annexées au présent rapport.

## 4. RÉSULTATS DES INVESTIGATIONS ET INTERPRÉTATION

### - MISSIONS G1 ET G5

#### 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 :

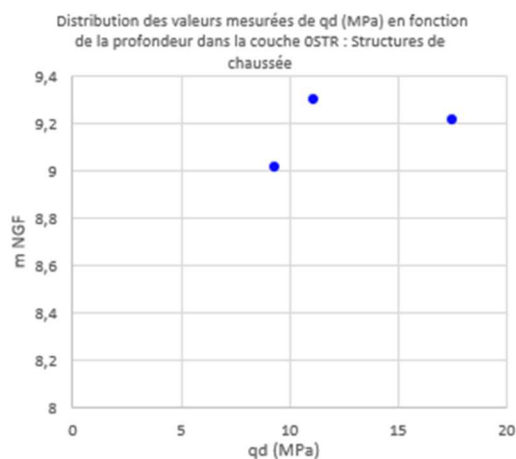
- **Couche OSTR : Structures de chaussée**

En tête de nos sondages on rencontre les structures de chaussée correspondant à une couche d'enrobé de 8cm à 10cm d'épaisseur environ, sur une couche de forme de cailloux et cailloutis à matrice sableuse grise, épaisse de 27cm à 47cm environ. Nous avons observé au droit de SC1 une deuxième couche d'enrobé à 0.55m de profondeur, à mettre en lien avec l'ancienne activité du site (voir paragraphe 2.2). Des vestiges sont à attendre.

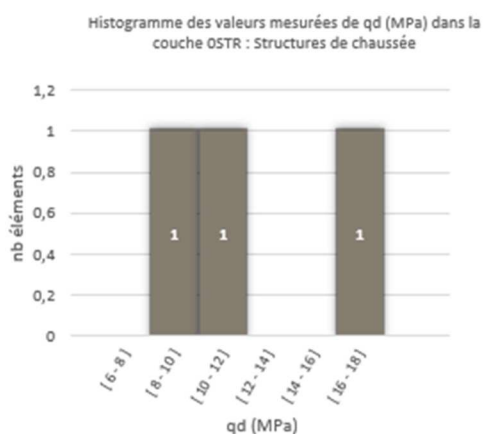
La reconnaissance de fondation RF1-2024 a été faite au droit d'un trottoir. Les structures en tête correspondent alors à des pavés sur 8cm d'épaisseur environ, sur un sable de chantier de 5cm d'épaisseur environ.

## Compacités :

Les compacités mesurées au pénétromètre dans cette couche sont élevées à très élevées :



couche OSTR : Structures de chaussée	qd (MPa)
NOMBRE DE MESURES (N)	3
MIN	9,30
MAX	17,50
MOY ARITHMETIQUE (M)	12,63
ECART TYPE (S)	4,31
COEFF VARIATION (CV)	0,34
MÉDIANE	11,10
<b>Analyse statistique</b>	
MOYENNE HARMONIQUE	11,78
MOYENNE GÉOMÉTRIQUE	12,18
M - 0,5 S	10,48
EC7	Loi Normal
Xmi	10,60
Xb	-1,90



On retiendra que les structures de chaussée sont d'origine anthropiques et que des matériaux d'une nature différente de celle observée pourront être découverts. De plus, de risque de découverte de vestiges à mettre en lien avec l'historique du site (voir paragraphe 2.2) est fort.

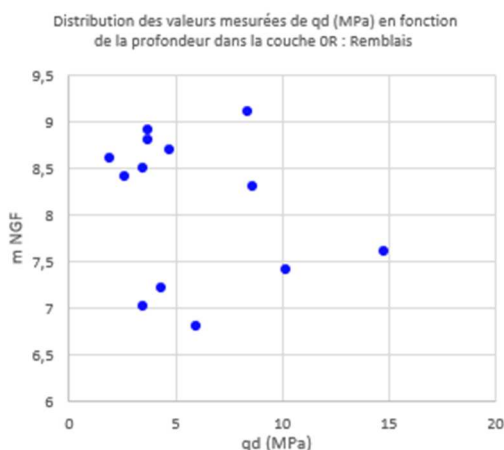
### ● Couche OR : Remblais

Sous les structures de chaussée (couche OSTR), on observe des limons sableux à sables limoneux marron-clair, à cailloux, cailloutis et quelques blocs en proportions variables. En particuliers, des cailloux et blocs semblent se montrer plus présents au droit des fouilles à la pelle mécanique réalisés en reconnaissance de fondation (RF1 et RF1-2024). Nous avons mesuré un  $D_{max} = 260\text{mm}$  au droit de RF1-2024. Néanmoins, nous avons noté une bonne terrassabilité à la minipelle 1t dans cette couche, ainsi qu'une bonne tenue des parois de fouille. Les épaisseurs de cette couche sont variables entre les points de sondages, allant de 0.45m (SP1-2024+PZ + SC1-2024) à plus de 1.19m (RF1). Ces remblais sont possiblement à mettre en lien avec l'historique du site (voir paragraphe 2.2).

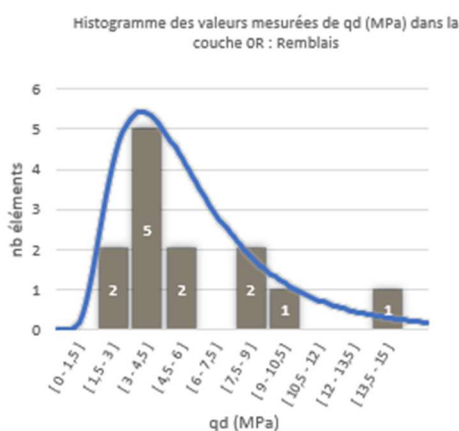
### Compacités :

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

#### Au pénétromètre dynamique :



OR : Remblais	qd (MPa)
NOMBRE DE MESURES (N)	13
MIN	1,90
MAX	14,80
MOY ARITHMETIQUE (M)	5,84
ECART TYPE (S)	3,69
COEFF VARIATION (CV)	0,63
MÉDIANE	4,30
<b>Analyse statistique</b>	
MOYENNE HARMONIQUE	4,28
MOYENNE GÉOMÉTRIQUE	4,96
M - 0,5 S	3,99
EC7	Loi Ln Normal
Xmi	4,43
Xb	1,68



L'exploitation de ces données se fera avec prudence compte tenu de l'hétérogénéité de la couche OR et en conséquence de leur faible valeur statistique.

On gardera à l'esprit qu'il s'agit de matériaux anthropiques hétérogènes et que des matériaux d'une nature différente de celle observée en forage pourront être découverts. En particulier on peut s'attendre à rencontrer des blocs de grande taille, des couches d'enrobé comme nous en avons observé au droit de SC1-2024, des vestiges à mettre en lien avec l'historique du site, des débris divers, potentiels déchets et matériaux pollués. Si des matériaux pollués venaient à être rencontrés, il conviendra de s'orienter vers un organisme agréé SSP, afin de connaître notamment les conditions de mise en décharge.

### ● Couche 10 : Limons argileux

Au Sud-Est du site, au droit de SC1-2024 et SP1-2024+PZ entre 1.00m et 2.10m de profondeur, on rencontre des limons argileux bariolés orangés-gris, à quelques graves de quartz. L'origine de cette formation n'est pas certaine à ce stade. Il pourrait s'agir d'une frange d'altération ultime des micaschistes, ou des alluvions basse terrasse mentionnées par la carte géologique du secteur.

#### **Compacités :**

Les compacités mesurées sont faibles. Deux essais pressiométriques ont été effectués dans cette couche. Les résultats sont les suivants :

PI\* : De <0.10 MPa à 0.19 MPa

Em : De <1.0 MPa à 1.2 MPa

#### **Valeurs caractéristiques :**

Les valeurs caractéristiques retenues pour cette couche sont les suivantes :

$PI^*_k = 0.10 \text{ MPa}$

$Em_k = 1.0 \text{ MPa}$

Cette couche est constituée de sols fins +/- plastiques très sensibles à l'eau et au remaniement mécanique.

- **Couche 20 : Frange d'altération**

À partir de profondeur allant de 0.75m (RF1-2024) à 2.10m (SP1-2024+PZ et SC1-2024) on rencontre ce qui semble être la frange d'altération des micaschistes mentionnés par la carte géologique, correspondant à des sables limoneux marron-ocre à cailloux et cailloutis. Nous avons noté une bonne terrassabilité à la minipelle 1t, ainsi qu'une bonne tenue des parois de fouille. Cette couche montre des épaisseurs au droit de nos forages allant de 2.10m (TAR3) à 3.40m (TAR2).

**Compacités :**

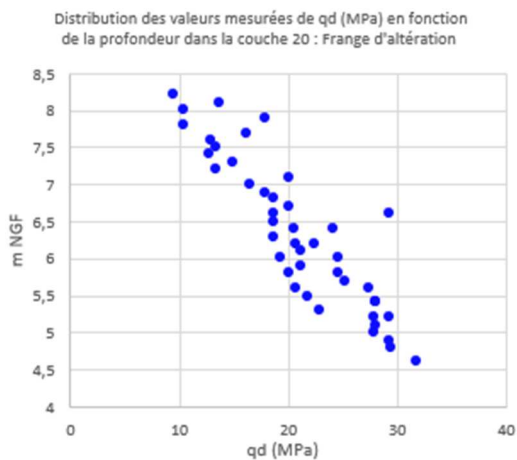
**Au pressiomètre :**

Deux essais pressiométriques ont été effectués dans cette couche. Les résultats sont les suivants :

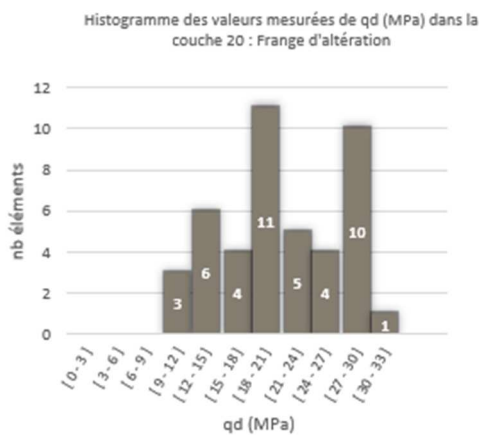
PI\* : 1.66 MPa à 2.47 MPa

Em : 21.1 MPa à 22.3 MPa

L'exploitation de ces données se fera avec prudence compte tenu du faible nombre de mesure.

**Au pénétromètre dynamique**

20 : Frange d'altération		qd (MPa)
NOMBRE DE MESURES (N)		44
MIN		9,50
MAX		31,80
MOY ARITHMÉTIQUE (M)		20,87
ECART TYPE (S)		5,96
COEFF VARIATION (CV)		0,29
MÉDIANE		20,60
<b>Analyse statistique</b>		
MOYENNE HARMONIQUE		18,98
MOYENNE GÉOMÉTRIQUE		19,96
M - 0,5 S		17,89



On voit bien ici l'augmentation linéaire des compacités avec la profondeur typique de la frange d'altération. De refus ont été obtenus à 4.20m (PD1), 4.60m (PD2) et 3.60m (PD3), sur ce que nous considérerons être le toit de la couche 21 (voir plus loin). Précisons au passage que la limite entre la couche 20 et la couche 21 suivante est interprétative, compte tenu du caractère progressif du degré d'altération. On choisit ici les refus au pénétromètre dynamique pour tracer cette limite au droit de nos couples TAR+PD.

**Valeurs caractéristiques :**

Les valeurs caractéristiques dépendent ici de la profondeur choisie, en raison de l'augmentation progressive des compacités à l'approche du substratum rocheux. Les mesures au pressiomètre sont très dispersées. Nous proposons ici de définir une valeur caractéristique du  $PI^*$  sur la base des mesures pénétrométriques réalisés en tête de couche, par la formule suivante :

$$PI^* \approx qd^{0.8} \text{ (en kPa)}$$

Nous proposons alors, pour  $qd \geq 9.50 \text{ MPa}$  :

$$PI^*_k = 1.50$$

$$Em_k = 15.0 \text{ MPa}$$

**Essai en laboratoire :**

Des essais en laboratoire ont été effectués sur des échantillons prélevés dans cette couche. Les résultats sont les suivants :

Forages	Prof. (m)	GTR	Dmax (mm)	% de passant						VBs	Wn 0/20
				50mm	20mm	5mm	2mm	400µm	80µm		
SC1	3,00-4,00	B6	3	100	100	99	91	39	21,1	1,59	11,0

Ces matériaux sont classés B6 au sens du GTR, ce qui signifie qu'ils sont sableux et argileux. Ils sont sensibles à l'eau, et peuvent passer sur une classe C1B6 si des éléments >50mm sont présents.

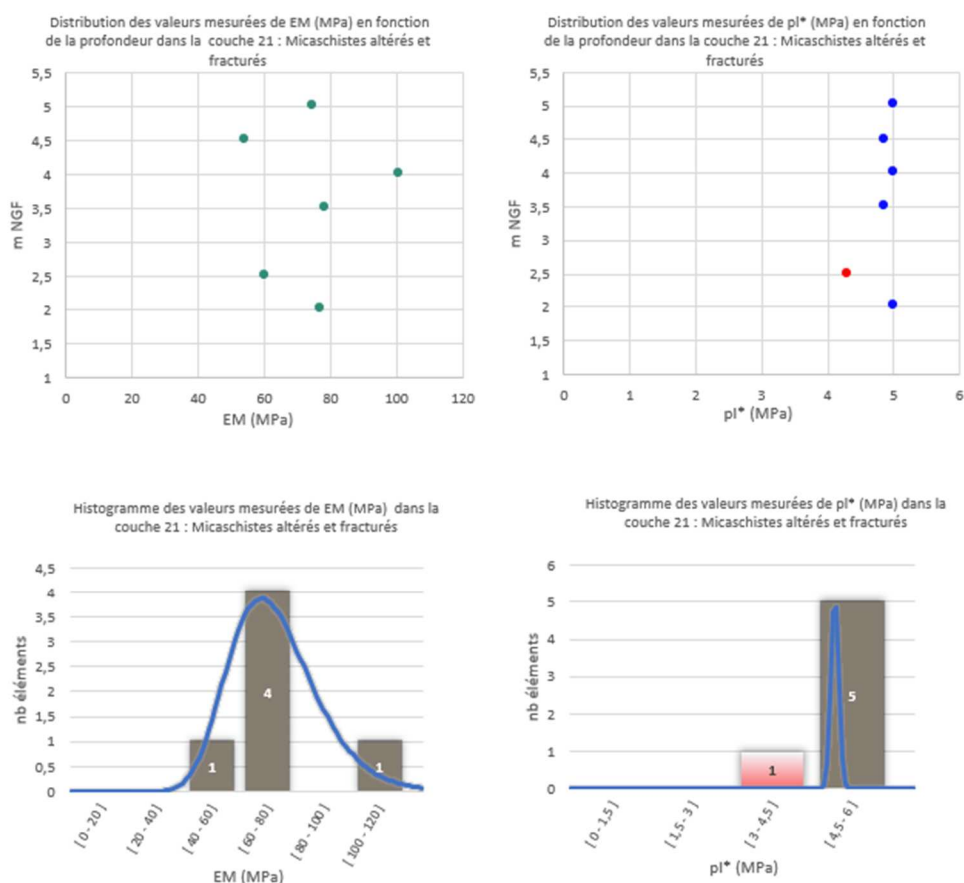
On gardera à l'esprit que la frange d'altération est hétérogène par nature. On pourra s'attendre à rencontrer des matériaux d'une nature différente de celle observée en forage. En particulier, on pourra rencontrer des horizons très altérés, décomprimés voire argileux, ou à l'inverse des blocs de grande taille, des horizons indurés voire rocheux localisés de manière aléatoire et imprévisible.

### ● Couche 21 : Micaschistes altérés et fracturés :

À partir de la cote +4.5m NGF environ au droit du forage pressiométrique SP1-2024+PZ, +4.42m NGF au droit du forage carotté SC1-2024, +5.01m NGF au droit de SP1, et à partir des cotes de refus au droit des essais au pénétromètre dynamique (+5.21m NGF au droit de PD1, +4.90m NGF au droit de PD2 et +4.61m NGF au droit de PD3), on rencontre des micaschistes altérés et fracturés, correspondant après extraction au carottier à des sables +/- grossiers limoneux beiges à gris indurés, à cailloux et cailloutis de quartz et de micaschistes altérés. L'épaisseur de cette couche est de 2.20m au droit de SP1-2024+PZ et 3.20m au droit de SP1.

### Compacités :

Les compacités sont caractéristiques d'une roche altérée et fracturée au sens de la norme NF-P94-261, avec des modules pressiométriques supérieurs à des valeurs comprises entre 50MPa et 80MPa :



L : Micascistes altérés et fracturés	Em (MPa)	pf* (MPa)	pl* (MPa)
NOMBRE DE MESURES (N)	6	5	5
MIN	54,0	2,83	4,86
MAX	100,4	3,899	5,00
MOY ARITHMÉTIQUE (M)	74,0	3,09	4,94
ECART TYPE (S)	16,2	0,46	0,08
COEFF VARIATION (CV)	0,22	0,15	0,02
MÉDIANE	75,7	2,91	5,00
<b>Analyse statistique</b>			
MOYENNE HARMONIQUE	71,1	3,04	4,94
MOYENNE GÉOMÉTRIQUE	72,6	3,06	4,94
M - 0,5 S	65,9	2,86	4,91
EC7	Loi Ln Normal	Loi Ln Normal	Loi Ln Normal
Xmi	68,0	2,80	4,92
Xb	45,1	2,06	4,77

### Valeurs caractéristiques :

Les valeurs caractéristiques retenues pour cette couche seront les suivantes :

$$Em_k = 50.0 \text{ MPa}$$

$$PI^*_k = 4.8 \text{ MPa}$$

### Essais en laboratoire :

Des essais en laboratoire ont été effectués sur des échantillons prélevés dans cette couche. Les résultats sont les suivants :

Forages	Prof. (m)	GTR	Dmax (mm)	% de passant						VBs	Wn 0/20
				50mm	20mm	5mm	2mm	400µm	80µm		
SC1	4,10-5,00	B5	30	100	92	81	70	45	30,9	0,84	8,5

Ces matériaux sont classés B5 au sens du GTR, ils sont sensibles à l'eau. En présence de blocs (éléments d'un diamètre supérieur à 50mm), ces matériaux seront classés C1B5 au sens du GTR.

On gardera à l'esprit que la frange d'altération est hétérogène par nature. On pourra s'attendre à rencontrer des matériaux d'une nature différente de celle observée en forage. En particulier, on pourra rencontrer des horizons très altérés, décomprimés voire argileux, ou à l'inverse des blocs de grande taille, des horizons indurés voire rocheux localisés de manière aléatoire et imprévisible.

- **Couche 22 : Micaschistes +/- altérés et fracturés**

Enfin, à partir de +2.43m NGF au droit de SP1-2024+PZ et +1.81m NGF au droit de SP1, on rencontre des micaschistes +/- altérés et fracturés. Il s'agit ici de matériaux rocheux.

**Compacités :**

Les compacités sont très élevées. On retiendra :

$$PI^* \geq 5.00 \text{ MPa}$$

$$Em \geq 100 \text{ MPa}$$

On constate tout de même une anomalie à 9.5m de profondeur au droit de SP1, avec  $PI^* = 2.54 \text{ MPa}$  et  $Em = 50.6 \text{ MPa}$ . Il s'agit vraisemblablement d'un passage plus altéré du substratum rocheux.

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,
- que 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,
- que les forages carottés ne permettent pas une appréciation précise de la blocométrie,
- que 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 forages pressiométriques ne permettent pas une identification précise des matériaux (cuttings broyés et lavés par l'eau de foration).

## 4.2. HYDROGÉOLOGIE

### 4.2.1.1. PERMÉABILITÉ

Nous avons réalisé sur le site 2 essais de perméabilité de type Nasberg réalisés en forage ouvert à charge variable. Les procès-verbaux sont joints en annexe.

Il vient :

Sondage	Profondeur (m)	Couche	Perméabilité K (m/s)
SP1	1,90 – 2,90	OR et 20	2 E-7
SP1	4,75 – 5,75	21	3 E-7

Les perméabilités mesurées sont cohérentes avec les matériaux rencontrés sur site, classés B5 à B6 au sens du GTR.

	Coefficient de perméabilité m/s (échelle logarithmique)										
1	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-8</sup>	10 <sup>-9</sup>	10 <sup>-10</sup>	10 <sup>-11</sup>
Propriétés relatives au drainage			Bon drainage				Faible drainage		Presque imperméable		
Types de sol	Graviers propres	Sables propres, mélanges de sables et de graviers propres			Sables très fins, silt organiques et inorganiques, mélanges de sables, de silt et d'argile, tills glaciaires dépôts d'argile stratifiés, etc.				Sols « imperméables » comme les argiles homogènes sous la zone d'altération		

Valeurs de perméabilité mesurées

$K_{(m/s)}$		$10^1 \quad 1 \quad 10^{-1} \quad 10^{-2} \quad 10^{-3} \quad 10^{-4} \quad 10^{-5} \quad 10^{-6} \quad 10^{-7} \quad 10^{-8} \quad 10^{-9} \quad 10^{-10} \quad 10^{-11}$															
GRANULOMETRIE	homogène	Gravier pur			Sable pur		Sable très fin		Silt		Argile						
	variée	Gravier gros et moyen		Gravier et sable		Sable et argile		Limon									
DEGRES DE PERMEABILITE		TRES BONNE					BONNE					MAUVAISE				NULLE	
TYPES DE FORMATIONS		PERMEABLES					SEMI-PERMEABLES					IMPER.					

limites conventionnelles

#### 4.2.1.2. PIÉZOMÉTRIE

Aucun niveau d'eau stabilisé n'a été mesuré lors de la réalisation des sondages en 2023. Les matériaux extraits du sondage TAR1 vers 4,0 m de profondeur se sont avérés humides, probablement à cause de circulations parasites de surface liées aux fortes intempéries au moment de la réalisation des sondages.

On gardera à l'esprit que 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. Quant au sondage SP1 réalisé au tricône, l'eau étant employée comme fluide de forage ne permet d'observer les venues d'eau naturelles.

Remarque : Les forages de reconnaissance se font sur une période de courte durée, et le niveau de nappe indiqué dans le rapport ne reflète pas forcément le niveau maximal. L'origine des fluctuations possibles est soit naturelle, soit due à des travaux ou à une modification de l'environnement aux alentours immédiats (pompages, rejets...).

En 2024, nous avons réalisé la pose d'un piézomètre jusqu'à 10m de profondeur sur SP1-2024+PZ. Ce piézomètre fait l'objet par nos soins d'un suivi par relevés manuels mensuels sur 12 mois (en cours). On donne ci-dessous les valeurs correspondant au premier relevé le 24/09/2024 :

SP1-2024+PZ		
Date	Niv. Eau (m/TN)	Niv. Eau (+m NGF)
24/09/2024	2,62	5,91

On retiendra donc de ce site :

- l'existence potentielle d'une nappe parasite dans les terrains anthropiques de tête (couches OSTR et OR), avec des circulations fonction du jeu des perméabilités variables d'une poche à l'autre, conditionnées par la météorologie. Les tranchées de réseaux actuels ou anciens ainsi que les dispositifs de gestion des eaux pluviales des existants, peuvent constituer des zones d'écoulement préférentiel, et générer des venues d'eau parasites,
- l'existence d'une nappe localisée dans la couche 10,
- l'existence d'une nappe de rétention au sein de la frange d'altération du substratum rocheux (couches 20), alimentée en période de forte pluviométrie et sujette à des fluctuations saisonnières,
- l'existence probable d'un aquifère fissural potentiellement en charge dans les terrains à caractère rocheux en profondeur (couche 21 et 22),
- les risques d'effet piscine liés à la présence de matériaux perméables (couche OR) dans un environnement de matériaux peu perméables (couches 20, 21 et 22),
- des circulations d'eau fortement conditionnées par la météorologie.

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

### 4.3. AGRESSIVITÉ DES EAUX ET DES SOLS VIS-À-VIS DES BÉTONS

À notre demande, le bureau d'études GÉauPole a été chargé de la réalisation d'une analyse d'agressivité des sols vis-à-vis des bétons, et d'une analyse d'agressivité des eaux vis-à-vis des bétons, conformes à la norme EN-206-CN. Les résultats sont les suivants :

N° Echantillon	001	002		
Référence client :	SC1	SP1+PZ		
Matrice :	2.0-3.0m	ESO		
Date de prélèvement :	04/09/2024	04/09/2024		
Date de début d'analyse :	06/09/2024	06/09/2024		
Température de l'air de l'enceinte :	17.8°C	17.8°C		
<b>Préparation Physico-Chimique</b>				
LS025 : Filtration 0.45 µm		Effectuée		
<b>Analyses immédiates</b>				
LS001 : Mesure du pH				
pH		▲ # 7.5		
Température	°C	19.4		
J1020 : Titre Alcalimétrique	* f	13.8		
Complet (TAC)				
LS028 : Anhydride carbonique	mg/l	2.72		
(CO2) agressif				
<b>Indices de pollution</b>				
LS02L : Azote Nitrique / Nitrates (NO3)				
Nitrates	mg NO3/l	▲ # <1.00		
Azote nitrique	mg N-NO3/l	▲ # <0.20		
LS02I : Chlorures (Cl)	mg/l	* 28.6		
LS02R : Ammonium	mg NH4/l	▲ # 0.26		
LS02Z : Sulfates (SO4)	mg/l	* 65.2		
LSRDB : Classe d'agressivité selon NF EN 206		<XA1		
<b>Métaux</b>				
LS206 : Magnésium (Mg) dissous	mg/l	* 8.88		
LS204 : Calcium (Ca) dissous	mg/l	* 55.8		
LS207 : Potassium (K) dissous	mg/l	* 11.7		
LS208 : Sodium (Na) dissous	mg/l	* 18.8		
<b>Sous-traitance</b>				
N° Echantillon	001	002		
Référence client :	SC1	SP1+PZ		
Matrice :	2.0-3.0m	ESO		
Date de prélèvement :	04/09/2024	04/09/2024		
Date de début d'analyse :	06/09/2024	06/09/2024		
Température de l'air de l'enceinte :	17.8°C	17.8°C		
<b>Sous-traitance</b>				
EM00B : Sulfates solubles dans l'acide (SO4) - Agressivité sur béton				
Prestation soustraite à Eurofins Analyses Des Matériaux Et Combustibles				
Fr COFRAC ESSAIS 1-6313				
Sulfate dans l'acide (SO4) Agressivité Béton	mg/kg	* 451		
Classe d'agressivité selon NF EN 206		* < XA1		

Les eaux d'une part, et les sols d'autre part, ont une agressivité chimique vis-à-vis du béton classé <XA1. L'environnement est donc peu voire pas agressif chimiquement vis-à-vis des bétons.

#### 4.4. RECONNAISSANCES DE FONDATION

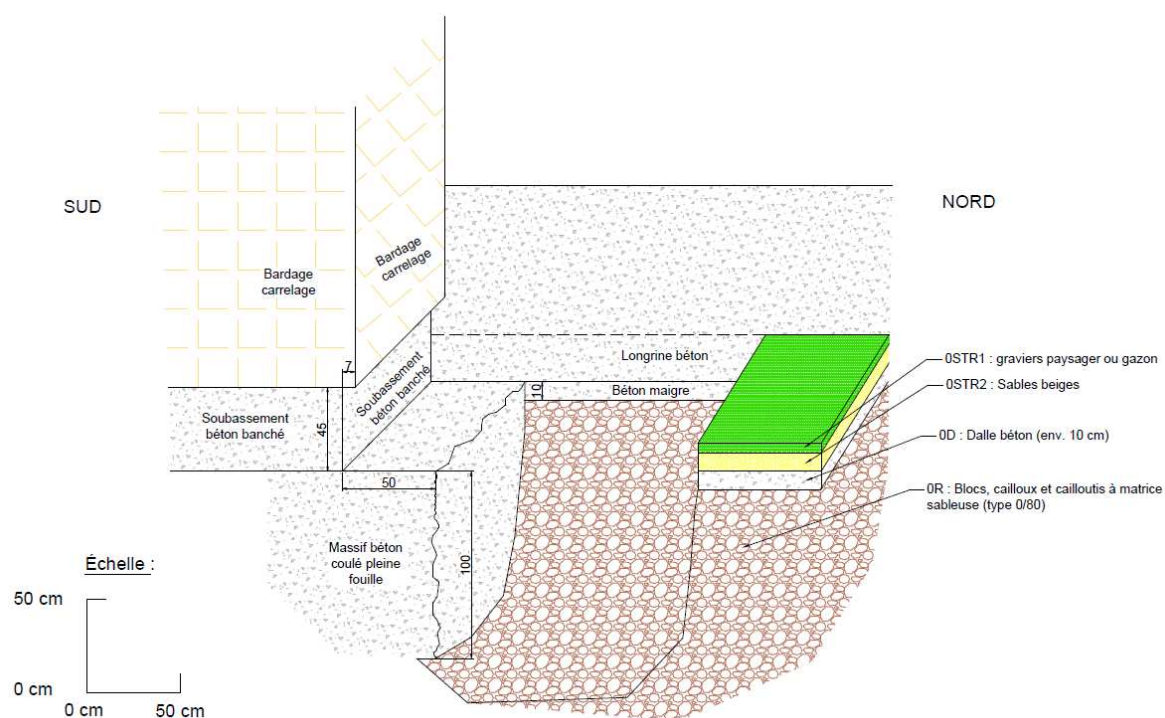
En 2023, nous avons réalisé une reconnaissance des fondations du bâtiment existant à un angle sud-ouest, dans la limite des possibilités d'accès.



*Localisation du sondage RF1*

Nous avons alors observé un massif en béton coulé pleine fouille d'une épaisseur d'environ 1,0 m, et surmonté d'un soubassement en béton de 0,45 m de haut. La partie du bâtiment arrondie repose quant à elle sur une longrine, elle-même disposée sur un béton de propreté (béton maigre).

La fondation en béton est ancrée de 1,00 m dans la couche OR de remblais en limons sableux marron clair à quelques cailloutis et blocs avec un niveau d'assise calé à -1,2 m/TN. Il n'est pas à exclure que la frange d'altération (couche 20) se trouve rapidement sous les remblais rencontrés en surface et recouvrement des fondations.



Reconnaissance de fondation RF1

En 2024 nous avons réalisé une reconnaissance de fondations sur l'aile Nord-Ouest des bâtiments des archives diplomatiques :



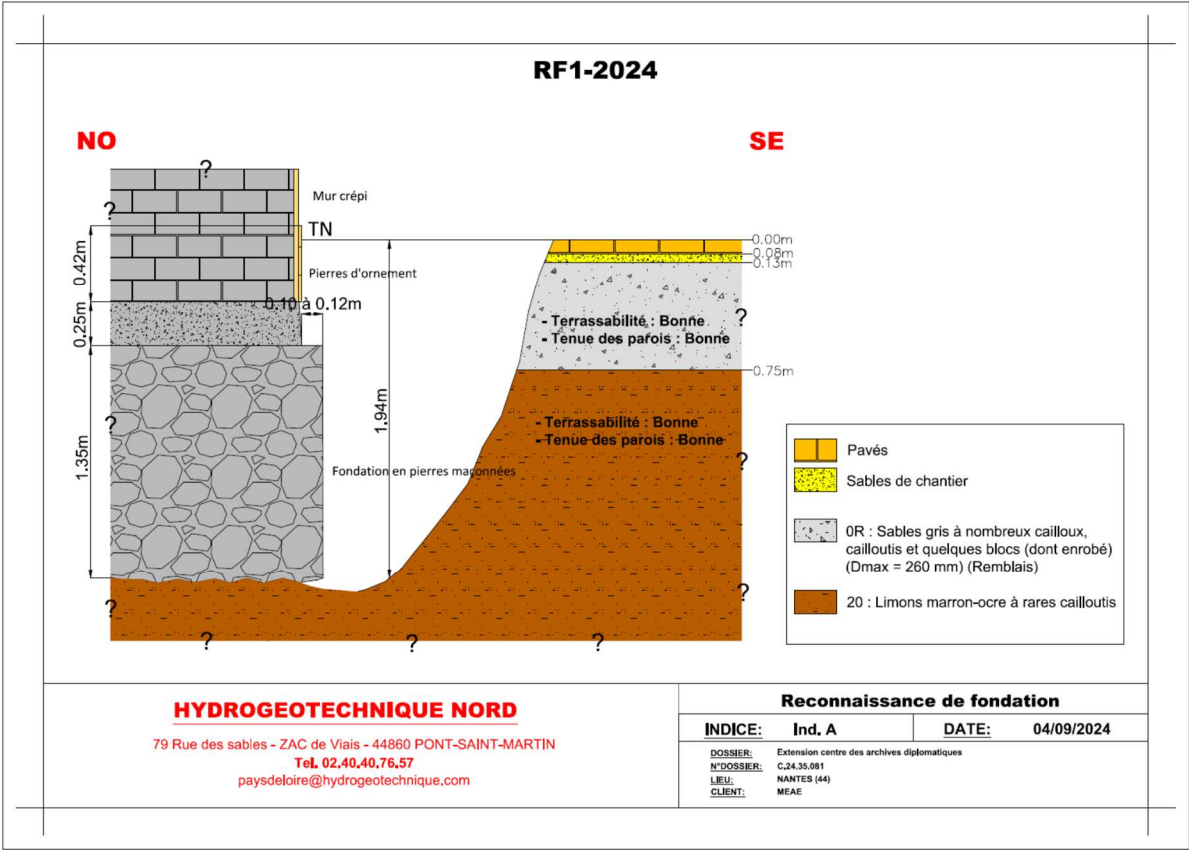
*Localisation du sondage RF1-2024*

Nous avons observé une fondation en pierres maçonnées de 1.35m de hauteur, surmontée d'un soubassement en béton de 25cm environ. On mesure un débord entre le soubassement et la fondation de l'ordre de 10cm à 12cm environ.

Compte-tenu de la géométrie observée, nous sommes vraisemblablement dans le cas d'une fondation de type semelle filante. Attention cependant, il s'agit d'une observation ponctuelle, et la largeur de la semelle reste inconnue.

La fondation semble reposer à 1.9m de profondeur par rapport au terrain périphérique, avec un ancrage de 1.1m dans la frange d'altération (couche 20) correspondant ici à des limons marron-ocre à rares cailloutis.

Outre les pavés et sables de chantier en tête, le remblaiement (couche 0R) correspond à des sables gris à nombreux cailloux et cailloutis, et quelques blocs ( $D_{max} = 260\text{mm}$ ).



Reconnaissance de fondation RF1-2024



## 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 (coupes /30cm)	Cu (kPa)
<b>A</b>	Rocher ou autre formation géologique de ce type comportant une couche superficielle d'au plus 5m de matériau moins résistant	>800	-	-
<b>B</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
<b>C</b>	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
<b>D</b>	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
<b>E</b>	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			
<b>S1</b>	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
<b>S2</b>	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  $S = 1$  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.

Compte tenu du contexte géotechnique marqué par une frange d'altération de compacité élevée à faible profondeur, le risque de liquéfaction des sols sous sollicitation sismique peut être écarté à ce stade des études.

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

### 6.1. SYNTHÈSE DES DONNÉES GÉOTECHNIQUES

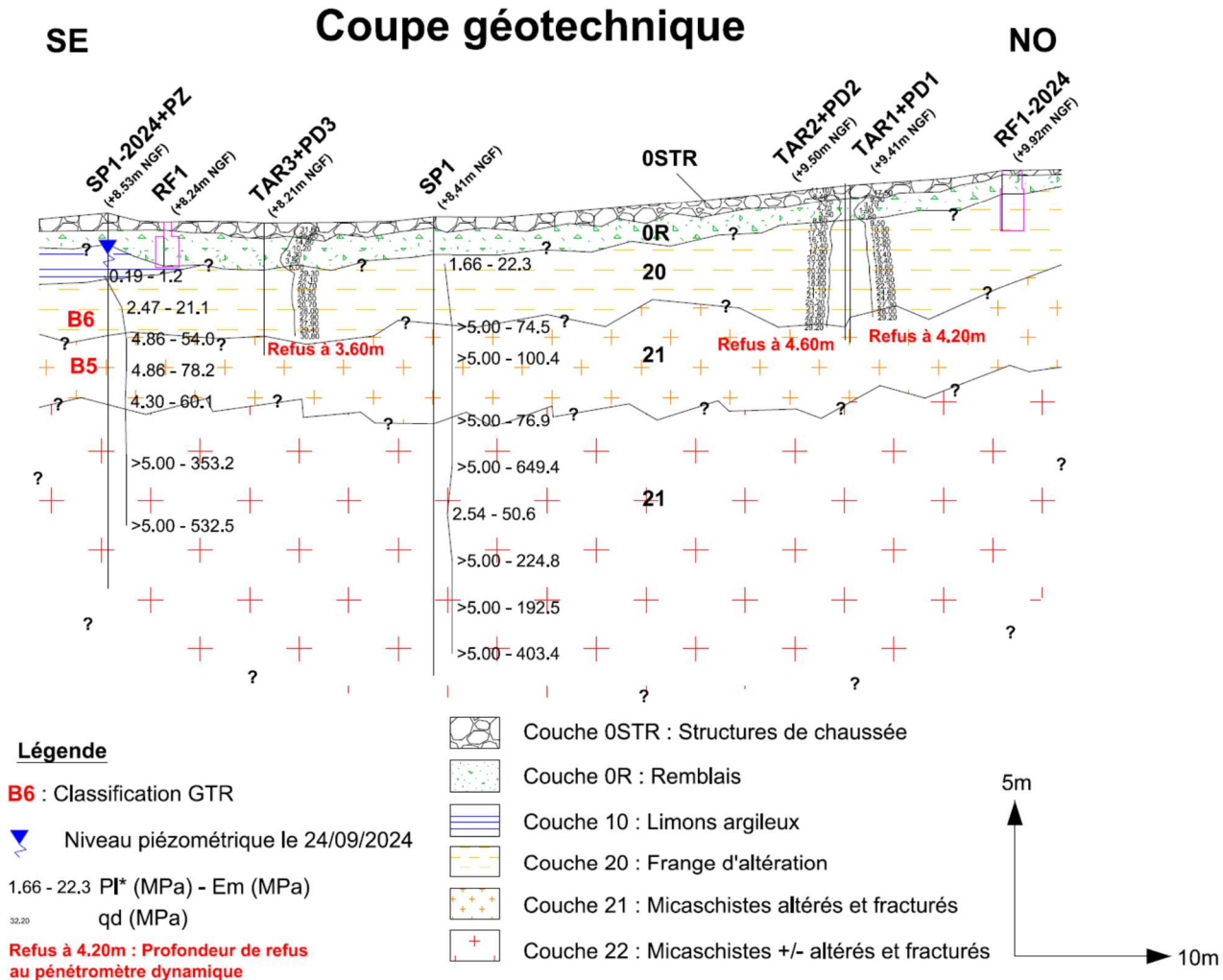
Compte tenu des investigations menées, le site est marqué par la succession lithologique et les caractéristiques mécaniques suivantes, les limites de couches sont données en mètre et les épaisseurs sont entre parenthèses :

Lithologie		Structure de chaussée	Remblais	Limons argileux	Frange d'altération	Micaschistes altérés et fracturés	Micaschistes +/- altérés et fracturés	Observations hydrogéologiques Niveau d'eau par rapport à la tête de nos sondages
Description		Enrobé noir sur 8cm à 10cm environ, sur une couche de forme de cailloux et cailloutis à matrice sableuse grise, sur une épaisseur de 27 à 47cm environ	Limons sableux à sables limoneux marron clair à cailloux, cailloutis et quelques blocs en proportion variable (Dmax = 260mm)	Limons argileux bariolés orangés-gris à quelques graves de quartz	Sables limono-argileux marron-ocre à cailloux et cailloutis	Sables +/- grossiers limoneux beiges à gris indurés, à cailloux et cailloutis de quartz et micaschistes altérés	Micaschistes altérés et fracturés	
GTR		-	-	-	B6	B5 / C1 B5	-	
Terrassabilité		-	Bonne	-	Bonne	-	-	
Tenue des parois		-	Bonne	-	Bonne	-	-	
Compacité		Élevée à très élevée	Hétérogène (Modeste à très élevée)	Faibles	Faible en tête à élevée	Très élevée	Très élevée	
Em (MPa)		-	22,3 (1 mesure)	<1,0 à 1,2	21,1 à 22,3 (2 mesures)	54,0 à 100,4 (6 mesures)	50,6 à 649,4	
pl* (MPa)		-	1,66 (1 mesure)	<0,10 à 0,19	1,66 à 2,47 (2 mesures)	4,30 à >5,00 (5 mesures)	> 5,0 (localement 2,54)	
qd (MPa)		9,3 - 17,50 (3 valeurs)	1,9 à 31,6	-	9,5 à 31,8	-	-	
N°Couche		0STR	0R	10	20	21	22	
2023	TAR1	0,00 - 0,50 (0,50)	0,50 - 1,10 (0,60)	-	1,10 - 4,20 (3,10)	4,20 - 5,00@ (>0,80)	-	Humide vers 4,0 m (Septembre 2023)
	TAR2	0,00 - 0,35 (0,35)	0,35 - 1,20 (0,85)	-	1,20 - 4,60 (3,40)	4,60 - 5,00@ (>0,40)	-	Absence d'eau (Septembre 2023)
	TAR3	0,00 - 0,50 (0,50)	0,50 - 1,50 (1,00)	-	1,50 - 3,60 (2,10)	3,60 - 4,20@ (>0,60)	-	Absence d'eau (Septembre 2023)
	SP1	0,00 - 0,35 (0,35)	0,35 - 1,20 (0,85)	-	1,20 - 3,40 (2,20)	3,40 - 6,60 (3,20)	6,60 - 14,70@ (>8,10)	Forage à l'eau
	RF1	0,00 - 0,25 (0,25)	0,25 - 1,40 @ (> 1,15)	-	-	-	-	Absence d'eau (Septembre 2023)
2024	SP1-2024+PZ	0,00 - 0,55 (0,55)	0,55 - 1,00 (0,45)	1,00 - 2,10 (1,10)	2,10 - 3,90 (1,80)	3,90 - 6,10 (2,20)	6,10 - 12,00@ (>5,90)	Niveau piézométrique à 2,62mTN (Le 24/09/2024)
	SC1-2024	0,00 - 0,55 (0,55)	0,55 - 1,00 (0,45)	1,00 - 2,10 (1,10)	2,10 - 4,10 (2,00)	4,10 - 5,00@ (>0,90)	-	Forage à l'eau
	RF1-2024	0,00 - 0,13 (0,13)	0,13 - 0,75 (0,62)	-	0,75 - 1,94 (>1,19)	-	-	Absence d'eau (Septembre 2024)

@ = Arrêt volontaire du sondage



## 6.2. COUPE GÉOTECHNIQUE



**Remarques:** Les limites lithologiques sont extrapolées entre les forages, celles-ci sont donc interprétatives. Les forages destructifs ne permettent pas une observation précise de la lithologie. Seule la base des fondations existantes a été reconnue, La largeur des fondations reste inconnue.

## 6.3. ALÉAS

Les aléas géotechniques sont en relation entre autres, avec :

### 6.3.1. LA GÉOLOGIE

Les aléas sont liés :

- aux variations d'épaisseur des différentes couches, qui peuvent localement être plus épaisses entre les sondages,
- aux variations d'épaisseur des remblais,
- à l'hétérogénéité des remblais, avec la présence possible d'éléments exogènes non identifiés en sondages,
- aux variations de faciès, notamment au sein de la couche 10 dont l'origine géologique reste incertaine (alluvions anciennes ou frange d'altération),
- à l'hétérogénéité de la frange d'altération (couche 20), pouvant montrer des horizons plus décomprimés, de mauvaise compacité, voire argileux, ou à l'inverse des horizons blocailleux, indurés et abrasifs, voire rocheux, localisés de manière aléatoire et imprévisible,
- à la présence possible de poches argileuses, sableuses, dans les couches OR et 20 notamment,
- à la présence localisée de passages plus ou moins chargés en cailloux et cailloutis,
- à la présence de blocs, la blocométrie n'a pas été mesurée dans nos sondages de petit diamètre,
- à la présence de matériaux de compacité hétérogène à l'échelle du site,
- au caractère potentiellement rocheux de la couche 20, et assurément rocheux de la couche 21,
- à l'irrégularité du toit du rocher, avec des remontées locales du substratum pouvant générer des pointements rocheux durs et abrasifs,
- 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.

### 6.3.2. LA NATURE DES MATÉRIAUX

Les aléas sont liés à :

- la présence de matériaux de nature hétérogène au sein des remblais (couches OSTR et OR), une orientation vers une ISD spécifique est à attendre en cas de rencontre d'éléments polluants (amiante, métaux, HAP, etc.), notamment dans les enrobés de la couche OSTR,
- la présence possible de vestiges ou autres matériaux anthropiques au sein des remblais non mis en évidence lors de la réalisation des sondages, notamment le risque pyrotechnique n'a pas été appréhendé dans un contexte de site détruit lors de la seconde guerre (voir historique §2.2),
- la sensibilité au remaniement mécanique à l'exécution,
- la présence potentielle de gros éléments (blocs, ...) au sein de toutes les couches,

- la présence de matériaux de nature hétérogène, en compacité et en granulométrie,
- la présence d'horizons indurés plus ou moins abrasifs dans la frange d'altération, disposés de manière aléatoire et imprévisible.

### 6.3.3. L'HYDROGÉOLOGIE

Les aléas sont liés :

- à des arrivées d'eau parasites en période pluvieuses dans les formations superficielles, et à la formation possible de poches de stagnation, générant des venues d'eau erratiques et intermittentes, à la faveur de passages plus perméables sablo-graveleux,
- à des venues d'eau en lien avec une nappe alluviale. Le niveau sera influencé par les périodes de crues et d'étiage. Pour rappel, la cote de crue de référence à proximité de la zone est établie à +6.85m NGF,
- à la présence potentielle d'une nappe de rétention dans les formations d'altération (couche 20) et les micaschistes (couche 21) sujette à des fluctuations saisonnières, et conditionnées par la pluviométrie,
- à la présence possible de biseaux d'eaux saumâtres ou salés lorsque les nappes d'eau interceptent la nappe de l'estuaire de la Loire,
- aux dispositifs de gestion des eaux pluviales, pouvant être vecteur de venues d'eau,
- aux risques d'effet piscine liés à la présence de matériaux perméables dans un environnement de matériaux peu perméables,
- à l'existence potentielle d'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.

### 6.3.4. L'ENVIRONNEMENT ET L'HISTORIQUE DU SITE

Les aléas sont liés :

- à la présence des bâtiments existants dont une partie sera démolie pour les besoins du projet,
- à l'historique du site (cf. §2.2.) avec des ruines de guerre ayant laissé place à des constructions successives,
- **au risque pyrotechnique qui n'a pas été appréhendé dans cette étude,**
- à la présence de remblais hétérogènes sur des épaisseurs variables,
- à l'existence possible d'ouvrages enterrés ou d'ouvrages creux désaffectés (conduites, réseaux...),
- à la présence de réseaux enterrés situés à proximité, et tranchées associées dont le mode de remblaiement est inconnu,
- à la présence de voies de circulation (zones de stationnement).

### 6.3.5. LES RISQUES NATURELS

- à l'exposition au radon, le site étant situé en zone d'exposition de catégorie 3 vis-à-vis du risque de présence de radon,
- à la sismicité, le site étant en zone sismique 3,
- au risque de remontée de nappe, le site étant en zone potentiellement sujette aux inondations de caves,
- au risque pyrotechnique.

## 7. PRINCIPES GÉNÉRAUX DE FONDATION – MISSION G2 AVP

### 7.1. GÉNÉRALITÉS

*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.*

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,

Pour ce qui concerne les fondations du bâtiment neuf à créer, compte tenu du contexte géotechnique, nous vous proposons une solution de **fondation superficielle par semelle filante ou massifs isolés ancrés dans la couche 20 à  $PI^* \geq 1.5$  MPa**, solution développée au chapitre 8. Notons que les descentes de charge nous sont inconnues à ce stade. Si les charges s'avéraient être trop importantes pour un ancrage dans la couche 20, il faudra alors opter pour des fondation semi-profondes voire profondes ancrées dans la couche 21 ou la couche 22 rocheuses.

Enfin, pour ce qui concerne les dallages, on pourra envisager une dalle portée avec vide sanitaire ventilé en raison du risque d'exposition au radon en catégorie d'exposition 3, de la présence de remblais hétérogènes en tête, et de la position du projet en zone sujette aux inondations de cave par remontée de nappe.

## 7.2. TERRASSEMENTS

Les matériaux concernés par les terrassements sont les suivants :

**Couche OSTR** : Il s'agit d'enrobé en tête qui devront être découpés à la scie à sol. Les couches de formes seront extraites à la pelle mécanique puissante en rétro.

**Couche OR** : il s'agit de matériaux hétérogènes contenant des blocs et potentiellement des vestiges compte tenu de l'historique du site (voir partie 2.2). On prévoira alors une extraction à la pelle mécanique puissante en rétro, avec potentiellement l'utilisation du BRH en cas de rencontre de blocs de grande taille ou de vestiges.

**Couche 20** : Il s'agit de la frange d'altération des micaschistes correspondant à des sables limono-argileux à quelques cailloux et cailloutis. On prévoira une extraction à la pelle mécanique puissante en rétro munie éventuellement d'un BRH en cas de rencontre d'horizons indurés, de niveaux rocheux ou de blocs de grande taille.

Les couches 21 et 22 ne devraient a priori pas être concernées par les terrassements. En cas de pointement rocheux, il faudra se munir du BRH pour fracturer la roche et extraire les matériaux à la pelle mécanique.

Nous préconisons 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.

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, vestiges, zone décomprimée, surépaisseur de la couche 10, ...).

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

### **7.3. PURGE DES FONDATIONS EXISTANTES**

Si l'équipe projet prévoit la purge des fondations existantes, nous lui rappelons que les bases de celles-ci ont été reconnues à 1.45m de profondeur (RF1) et 1.94m sur l'aile Nord-Ouest (RF1-2024).

La purge devra être réalisée à l'aide d'une pelle mécanique puissante munie d'un BRH, en limitant au maximum les nuisances sur les existants (projections, vibrations, ...).

### **7.4. STABILITÉ DES TALUS**

Le projet ne prévoit pas de déblai ni de remblai significatif. Les seuls travaux en déblai envisagés sont la réalisation des fouilles pour la création des fondations neuves.

D'une manière générale, les fouilles d'une profondeur supérieure à 1.3m seront blindées et étayées en provisoire avec les moyens nécessaires, conformément aux règles de l'art.

### **7.5. DISPOSITIFS D'ASSAINISSEMENT ET DE DRAINAGE**

#### **En phase chantier :**

Les dispositifs d'assainissement correspondent à la nécessité de protéger la plateforme et les fouilles des ruissellement et des précipitations directes.

On envisagera de modeler les fouilles en toit ou en pointes de diamants inversées pour permettre l'évacuation des eaux de surface vers un exutoire, gravitairement ou par pompage.

**En phase définitive :**

Compte tenu des caractéristiques hydrogéologiques du site, on s'orientera vers les préconisations suivantes, conformes avec le DTU 20.1 de la protection des fondations contre les eaux de ruissellement et d'infiltration :

- Réalisation d'un drainage périphérique au bâtiment à créer, pourvu d'un drain de 100mm de section minimum, sur une forme étanche, et recouvert de matériaux filtrants graveleux de type 20/40, protégés par un géotextile filtrant de type à structure de tamis maille Ø 125 microns. On vérifiera que la pente du système de drainage soit supérieure à 5mm/m afin d'éviter toute stagnation,
- Réalisation d'un vide technique ventilé sous la dalle portée, penter l'arase de celui-ci pour éviter toute stagnation d'eau, et diriger les eaux collectées vers un exutoire de manière à ne pas favoriser d'infiltration d'eau dans l'environnement des fondations.

L'ensemble des dispositifs d'assainissement et de drainage devra être relié à un exutoire existant ou à créer.

Les dispositifs existants seront raccordés aux dispositifs neufs, en veillant à la cohérence des fils d'eau.

## 8. ÉBAUCHE DIMENSIONNELLE DES FONDATIONS SUPERFICIELLES – MISSION G2 AVP

### 8.1. PRINCIPE

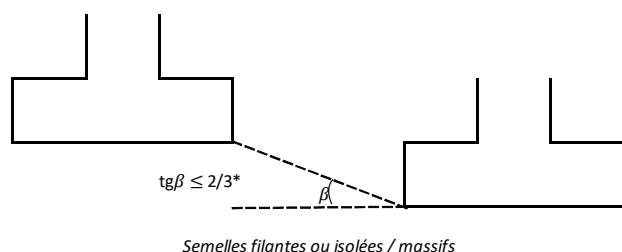
Cette solution consiste à envisager des **fondations superficielles** de type semelles filantes ou isolées sous les appuis du futur bâtiment neuf à créer, ancrées de manière homogène dans la **couche 20 à  $q_d \geq 9.5 \text{ MPa}$  et  $Pl^* \geq 1.50 \text{ MPa}$** . On veillera à s'affranchir des éventuelles compacités médiocres ( $q_d < 9.5 \text{ MPa}$  /  $Pl^* < 1.50 \text{ MPa}$ ) pouvant être relevées en tête de la couche 20, ainsi que des horizons foisonnés ou organiques.

Les couches 0R et 10 sont exclues pour l'assise des fondations neuves en raison de leur caractère hétérogène et anthropique.

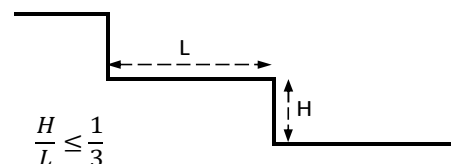
### 8.2. NIVEAU D'ASSISE

On veillera à respecter les critères suivants :

- Un niveau d'assise calé au sein de la couche 20 à  $Pl^* \geq 1.50 \text{ MPa}$ ,
- Respect d'un ancrage de 0.50m minimum dans la couche 20,
- Mise hors gel des fondations projetées (respect de 0.60m par rapport au sol périphérique fini), à tous les stades de la construction,
- Respect des règles sur les fondations à niveaux décalés, pouvant entraîner éventuellement une reprise en sous-œuvre des existants.



*\* hors sollicitations sismiques*



À la vue des reconnaissances géotechniques, cela implique un **niveau d'assise théorique des fondations neuves calé entre 1.5m et 2.0m de profondeur au droit des sondages, voire 2.5m de profondeur au Sud-Est (SP1-2024+PZ et SC1-2024)**, à adapter aux variations du toit de la couche 20 et aux variations potentielles de sa compacité. Il pourra également être nécessaire d'approfondir les fondations en présence de surépaisseurs de la couche de remblais supérieure (couche 0R), de surépaisseur de la couche 10, de poches déstructurées de mauvaise compacité ( $PI^* < 1.50$  MPa), de sols foisonnés / remaniés / organiques, ou encore de vestiges anthropiques.

### 8.3. RÉSISTANCE ULTIME ET TASSEMENTS

On tablera sur la définition suivante de la résistance nette du terrain à la sous-face des fondations du bâtiment suivant l'approche 2 de l'Eurocode 7 et la norme NF P 94-261 :

- $R_{v,d}$  : valeur de calcul de la résistance nette du terrain sous la fondation,
- $R_{v,k}$  : valeur caractéristique de la résistance nette du terrain sous la fondation,
- $q_{net}$  : contrainte associée à la résistance nette du terrain sous la fondation.

$$R_{v,d} = R_{v,k} / \gamma_{R,v}$$

$$R_{v,k} = A' q_{net} / \gamma_{R,d,v}$$

Avec:

$$R_{v,k} = A' \times k_p \times ple^* \times i_\delta \times \beta / \gamma_{R,d,v}$$

Dans notre cas, nous pouvons tabler sur :

- $k_p$  = facteur de portance pressiométrique, pris égal à 0.8 pour une classe de sols de type « Limons et argiles », ainsi qu'une semelle carrée (Q2),
- $ple^*$  = pression limite nette équivalente, prise ici égale à 1.50 MPa pour une assise constituée par la couche 20, en corrélation avec les pénétromètres dynamiques ( $q_d \geq 9.5$  MPa),
- $i_\delta = 1$  pour une charge verticale centrée (à confirmer au stade de la mission G2 PRO),
- $i_\beta = 1$  pour une charge éloignée au minimum de 8B d'un talus (à confirmer au stade de la mission G2 PRO),

- $A'$  = surface effective du massif, (à étudier au stade de la mission G2 PRO),
- $\gamma_{R,d,v} = 1.2$  (coefficient de modèle),
- $\gamma_{R,v} = 1.4$  aux ELU durables et transitoires, 1.2 aux ELU accidentelles et 2.3 aux ELS caractéristiques et quasi-permanentes.

On calcul la valeur caractéristique de résistance nette du terrain sous la fondation :

$$R_{v,k} / A' = 1.00 \text{ MPa} * i_{\delta\beta}$$

On en déduit les valeurs théoriques de calcul de résistance nette du terrain sous la fondation selon les différents jeux de pondération :

$$\text{ELU durables et transitoires : } R_{v,d} / A' = 0.71 \text{ MPa} * i_{\delta\beta}$$

$$\text{ELU accidentelles : } R_{v,d} / A' = 0.83 \text{ MPa} * i_{\delta\beta}$$

$$\text{ELS caractéristiques et quasi-permanentes : } R_{v,d} / A' = 0.43 \text{ MPa} * i_{\delta\beta}$$

Si les charges du futur bâtiment s'avéraient être plus importantes, il faudra s'orienter vers une solution de fondations semi-profondes ancrées dans la couche 21, ou profondes ancrées dans la couche 21 ou 22.

#### Tassement :

Pour une arase constituée par la couche 20 à  $q_d \geq 9.5 \text{ MPa}$  ou  $PI^* \geq 1.50 \text{ MPa}$ , les tassements seront inférieurs ou égaux au centimètre sous réserve d'une contrainte admissible de calculs aux ELS QP limité à 0.43 MPa.

## 8.4. SUJÉTIONS D'EXÉCUTION

Elles sont liées :

- Au respect d'un niveau d'ancrage de 0.50m au sein de la couche 20 à  $Pl^* \geq 1.50$  MPa et  $qd \geq 9.5$  MPa, et des critères développés au chapitre 8.2,
- Aux variations du niveau d'assise des fondations, en relation avec la fluctuation du toit du niveau d'ancrage,
- À la présence de blocs, gros éléments pouvant générer lors des terrassements des fondations des hors profils et conduire à des surconsommations de gros béton,
- À une finition soignée des fouilles, au godet sans dents ou manuelle,
- Au bétonnage à l'avancement des fondations : on privilégiera le travail par beau temps. S'il pleut, on veillera à ne pas laisser s'installer une stagnation d'eau dans les fouilles,
- À l'utilisation d'un béton fortement dosé en cas de présence d'eau. Le cas échéant, on prévoira la mise en place de béton en repoussant l'eau dans un angle de la fouille pour permettre son évacuation par pompage,
- Au chaînage vertical et horizontal du futur bâtiment, et au ferrailage correct des fondations, dimensionné par un BE structure,
- À la réalisation de la dalle portée et d'un vide technique,
- À la mise en place d'un système de drainage périphérique calé au niveau de l'arase supérieure des fondations et réalisé conformément au DTU 20.1,

## 9. POINTS À ÉTUDIER PARTICULIÈREMENT AU STADE G2-PRO

Au stade de la mission G2-phase AVP, il sera impératif d'étudier les points spécifiques suivants (liste non exhaustive) :

- Une étude d'optimisation des dimensions des fondations lorsque les descentes des charges seront connues,
- Une validation du plan de drainage et d'assainissement.

Notre mission G2 AVP se termine à la remise du présent rapport qui constitue un ensemble indissociable.

Nous restons à la disposition du **Ministère de l'Europe et des Affaires Étrangères (MEAE)** et du cabinet **CO-S** ainsi que tous les intervenants pour tous renseignements complémentaires.

Dressé par les Ingénieurs soussignés

**Bertrand CAVAILLÈS**

Ingénieur en charge de l'opération

**Jérémie ANDRÉ**

Superviseur Technique

# 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 19 septembre 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](http://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)

**44000 NANTES**

Code parcelle :  
**000-BW-72**



Parcelle(s) : 000-BW-72, 44000 NANTES

1 / 11 pages



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

### INONDATION



Le Plan de prévention des risques naturels (PPR) de type Inondation nommé PPRI-Sèvre nantaise 44 révision a été prescrit sur le territoire de votre commune.

Date de prescription : 30/07/2019

Un PPR prescrit est un PPR en cours d'élaboration sur la commune dont le périmètre et les règles sont en cours d'élaboration.

Le PPR couvre les aléas suivants :

Inondation

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.



### INONDATION



Le Plan de prévention des risques naturels (PPR) de type Inondation nommé PPRI-Sèvre Nantaise a été approuvé et affecte votre bien.

Date de prescription : 05/06/1997

Date d'approbation : 02/12/1998

Un PPR approuvé est un PPR définitivement adopté.

Le PPR couvre les aléas suivants :

Inondation

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.



Parcelle(s) : 000-BW-72, 44000 NANTES

2 / 11 pages

## INONDATION



Le Plan de prévention des risques naturels (PPR) de type Inondation nommé PPRI-LOIRE Aval Agglo Nantaise a été approuvé et affecte votre bien.

Date de prescription : 04/07/2007

Date d'approbation : 30/03/2014

Un PPR approuvé est un PPR définitivement adopté.

Le PPR couvre les aléas suivants :

Inondation

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.



## 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.



Parcelle(s) : 000-BW-72, 44000 NANTES

3 / 11 pages

**RADON : 3/3**

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

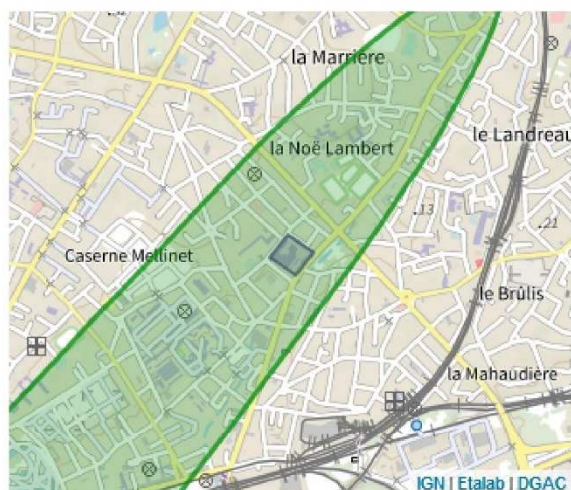
Le radon est un gaz radioactif naturel inodore, incolore et inerte. Ce gaz est présent partout dans les sols et il s'accumule dans les espaces clos, notamment dans les bâtiments.

**BRUIT : D**

- A - très fort
- B - fort
- C - modéré
- D - faible

La parcelle est concernée par un plan d'exposition au bruit car elle est exposée aux nuisances sonores d'un aéroport.

Le niveau d'exposition au bruit de la parcelle est faible (zone D en vert). Dans la zone D, les nouveaux logements sont autorisés à condition qu'ils fassent l'objet d'une isolation phonique.



Parcelle(s) : 000-BW-72, 44000 NANTES

4 / 11 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/m<sup>3</sup>, 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-proteger](http://georisques.gouv.fr/me-preparer-me-proteger)

Parcelle(s) : 000-BW-72, 44000 NANTES

5 / 11 pages



## INFORMATIONS À PRÉCISER PAR LE VENDEUR / BAILLEUR

### PLAN DE PRÉVENTION DES RISQUES NATURELS

Rappel du risque : Inondation.

Le bien est-il concerné par des prescriptions de travaux ? ☐ Oui ☐ Non

Si oui, les travaux prescrits ont-ils été réalisés ? ☐ Oui ☐ Non

### PLAN DE PRÉVENTION DES RISQUES NATURELS

Rappel du risque : Inondation.

Le bien est-il concerné par des prescriptions de travaux ? ☐ Oui ☐ Non

Si oui, les travaux prescrits ont-ils été réalisés ? ☐ Oui ☐ Non

Parcelle(s) : 000-BW-72, 44000 NANTES

6 / 11 pages





## 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-BW-72, 44000 NANTES

7 / 11 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

### ARGILE : 1/3

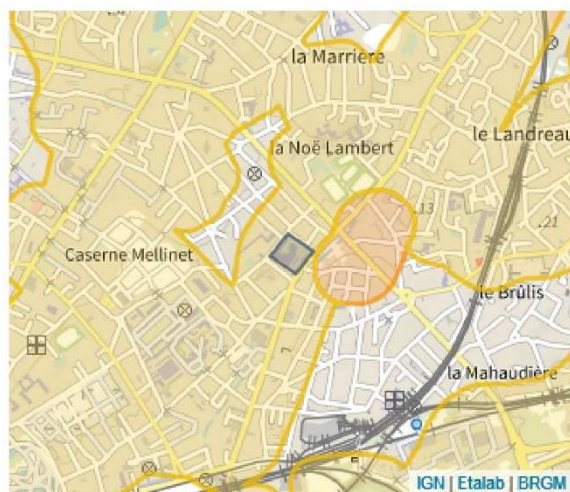


- 1 : Exposition faible
- 2 : Exposition moyenne
- 3 : Exposition forte

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#e3>



Parcelle(s) : 000-BW-72, 44000 NANTES

8 / 11 pages

## 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 identifiées :

- 13 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.



## CANALISATIONS TRANSPORT DE MATIÈRES DANGEREUSES



Une canalisation de matières dangereuses (gaz naturel, produits pétroliers ou chimiques) est située dans un rayon de 500 m autour de votre parcelle. La carte représente les implantations présentes autour de votre localisation. Il convient de rechercher une information plus précise en se rendant en mairie.



Parcelle(s) : 000-BW-72, 44000 NANTES

9 / 11 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) : 12

Source : CCR

Inondations et/ou Coulées de Boue : 9

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
INTE0100059A	05/01/2001	07/01/2001	12/02/2001	23/02/2001
INTE1726132A	09/07/2017	09/07/2017	26/09/2017	27/10/2017
INTE9500103A	17/01/1995	05/02/1995	21/02/1995	24/02/1995
INTE9800067A	11/06/1997	11/06/1997	12/03/1998	28/03/1998
INTE9900627A	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999
IOCE0924271A	10/05/2009	10/05/2009	16/10/2009	21/10/2009
NOR19830111	08/12/1982	31/12/1982	11/01/1983	13/01/1983
NOR19830910	18/07/1983	21/07/1983	10/09/1983	11/09/1983
NOR19870127	15/09/1986	15/09/1986	27/01/1987	14/02/1987

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

Tempête : 1

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
NOR19830910	18/07/1983	21/07/1983	10/09/1983	11/09/1983

Grêle : 1

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
NOR19830910	18/07/1983	21/07/1983	10/09/1983	11/09/1983

Parcelle(s) : 000-BW-72, 44000 NANTES

10 / 11 pages

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

Inventaire CASIAS des anciens sites industriels et activités de services

Nom du site	Fiche détaillée
ELF FRANCE SA, Station service	<a href="https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP4003586">https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP4003586</a>
GARAGE, réparation d'automobiles, AVANT SEVETTE François, Dépôt de fuel	<a href="https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP4003591">https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP4003591</a>
TOTAL RAFFINAGE DISTRIBUTION, Station service	<a href="https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP4003593">https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP4003593</a>
ESSO SAF, Station service	<a href="https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP4003594">https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP4003594</a>
CITROEN, garage automobiles, AVANT PARANTHOEN, Garage et Station service	<a href="https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP4003601">https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP4003601</a>
PEIGNON Joseph, Treillages	<a href="https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP4003556">https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP4003556</a>
FORCE & LUMIERE ELECTRIQUE DE L'OUEST, Centrales à vapeur	<a href="https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP4003557">https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP4003557</a>
TOTAL, station service, ROLLAND J., Constructions mécaniques	<a href="https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP4003558">https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP4003558</a>
DAVIAIS & MAILLAUD, Scieries	<a href="https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP4003560">https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP4003560</a>
DOITEAU Marcel, Constructions métalliques	<a href="https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP4003561">https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP4003561</a>
FONDERIES NANTAISES, Fonderies de fer, de fonte et d'acier	<a href="https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP4003562">https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP4003562</a>
BLANDIN Jules, Garage	<a href="https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP4003677">https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP4003677</a>
DEBIARD, Atelier de blanchissement des pailles	<a href="https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP4003678">https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP4003678</a>

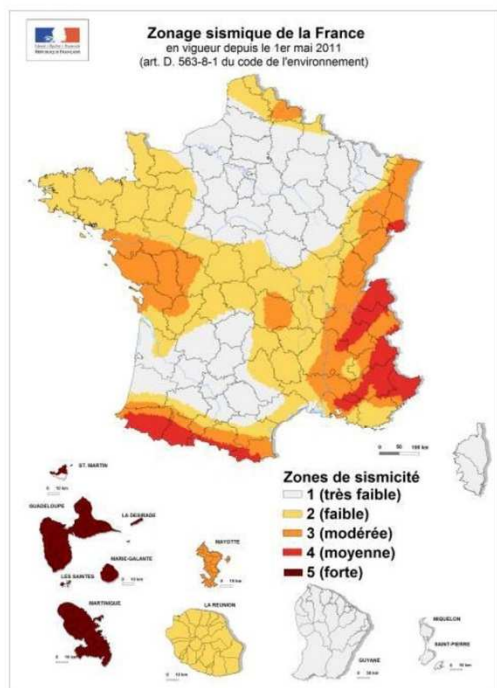
Parcelle(s) : 000-BW-72, 44000 NANTES

11 / 11 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*



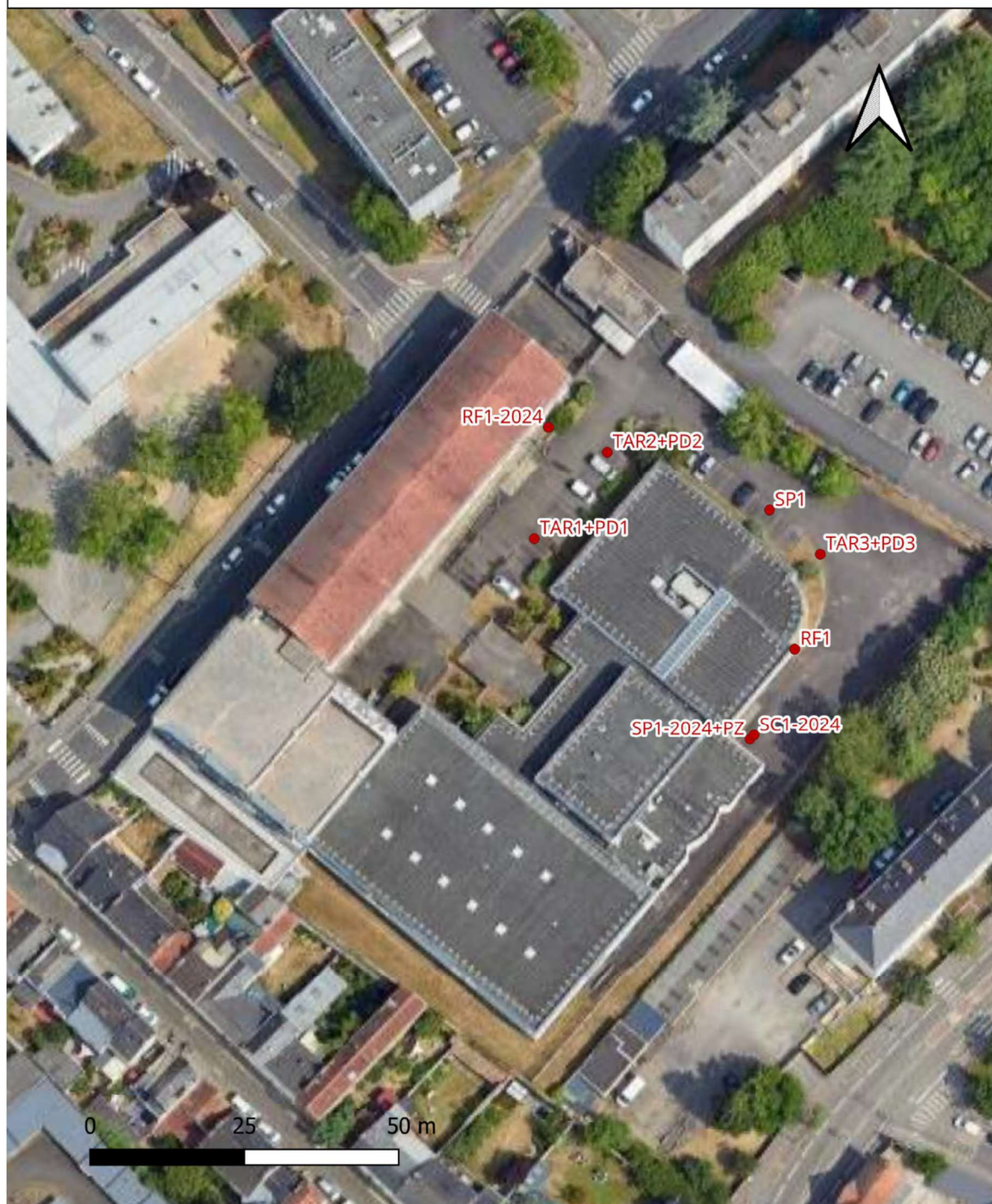
Extension centre des archives diplomatiques

NANTES (44)

MEAE

Étude géotechnique - mission G2 AVP

## Plan d'implantation des sondages



## **ANNEXE 3**

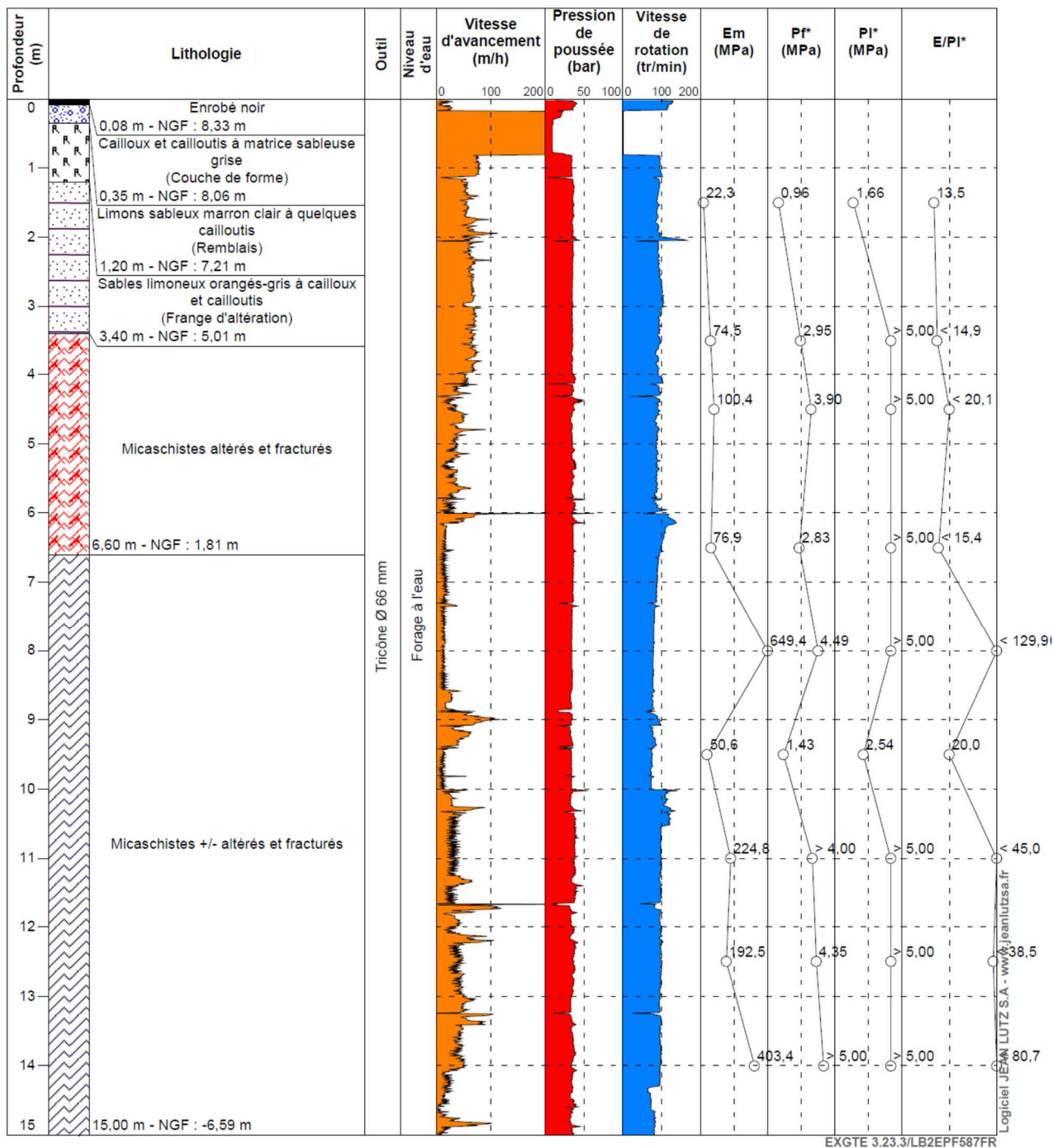
### *COUPES DES SONDAGES*

 <b>HYDROGEOTECHNIQUE</b>	Extension du centre des archives diplomatiques <b>NANTES (44)</b>			(Contrat : C.23.35.074)
	Date : 18/09/2023	Profondeur : 0,00 - 15,00 m	X : 1357264.25	
	Machine : HF750	Cote NGF : +8.41 m NGF	Y : 6235246.68	

1/75

Forage : SP1

EXGTE 3.23.3

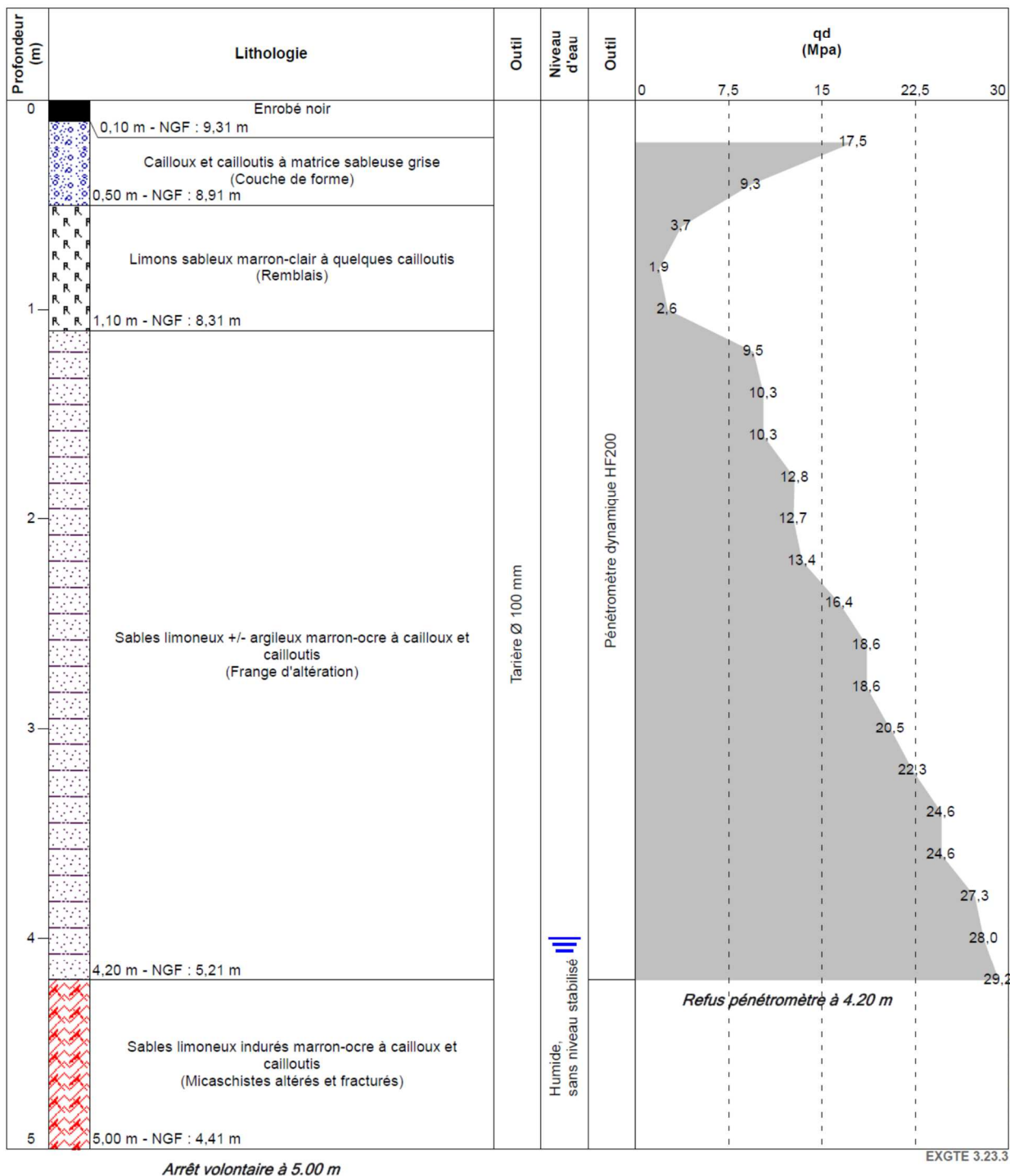


 <b>HYDROGEOTECHNIQUE</b>	<b>Extension du centre des archives diplomatiques NANTES (44)</b>			(Contrat : C.23.35.074)
	Date : 18/09/2023	Profondeur : 0,00 - 5,00 m	X : 1357226.20	
	Machine : H200	Cote NGF : + 9.41 m NGF	Y : 6235242.39	

1/25

Forage : TAR1+PD1

EXGTE 3.23.3



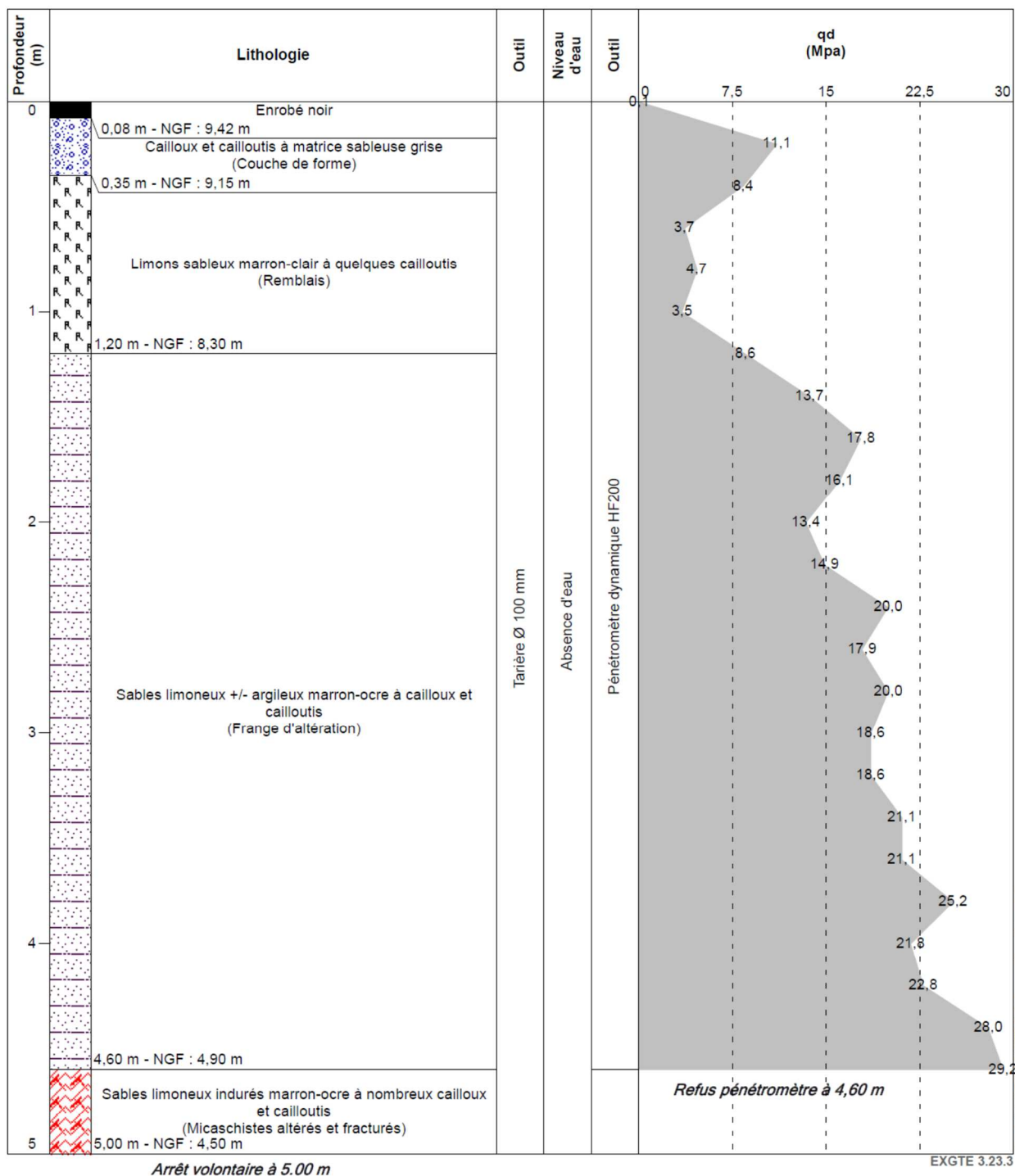
EXGTE 3.23.3

 <b>HYDROGEOTECHNIQUE</b>	<b>Extension du centre des archives diplomatiques NANTES (44)</b>			(Contrat : C.23.35.074)
	Date : 18/09/2023	Profondeur : 0,00 - 5,00 m	X : 1357237.77	
	Machine : H200	Cote NGF : + 9.50 m NGF	Y : 6235256.34	

1/25

Forage : TAR2+PD2

EXGTE 3.23.3

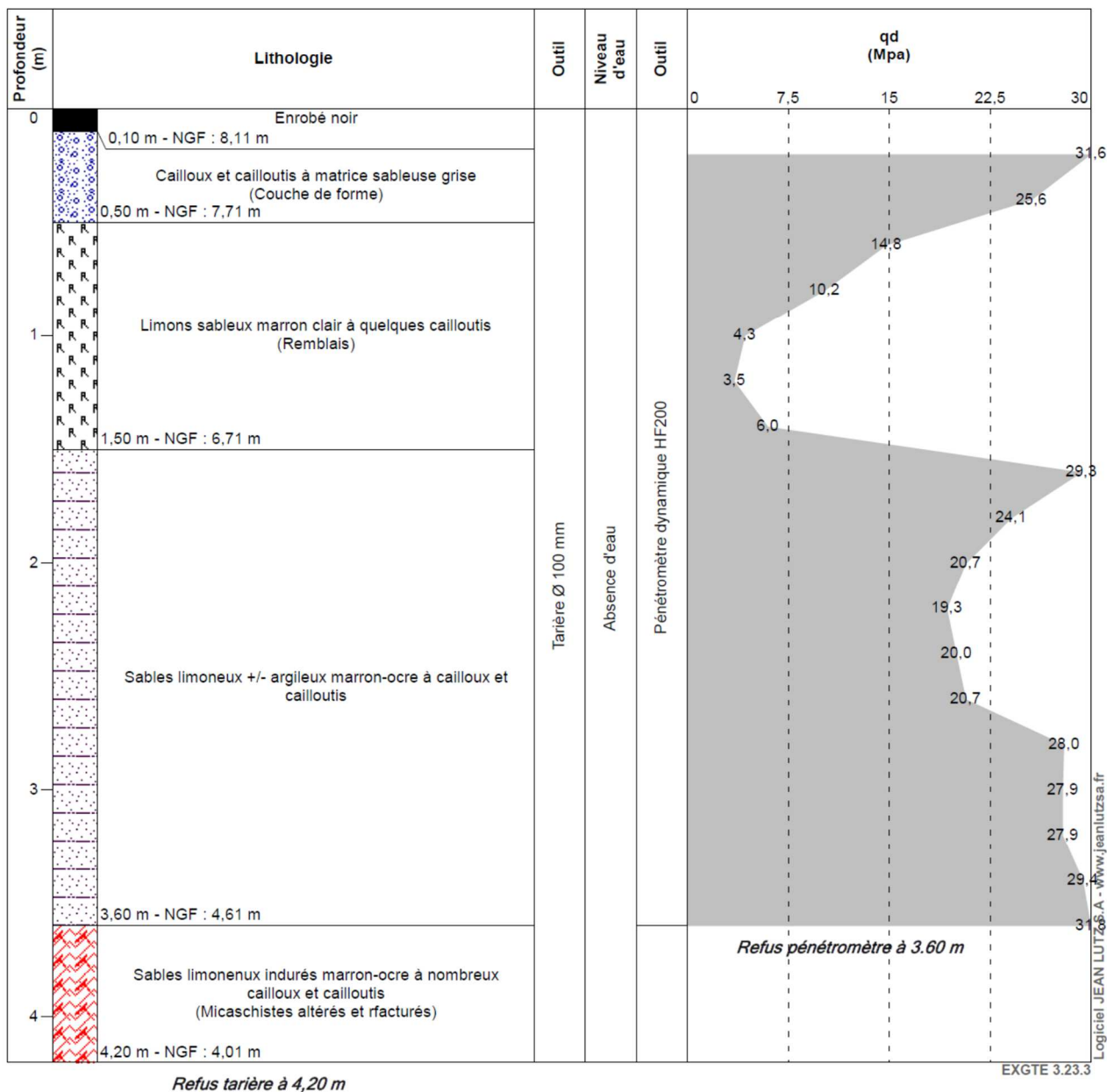


 <b>HYDROGEOTECHNIQUE</b>	<b>Extension du centre des archives diplomatiques NANTES (44)</b>			(Contrat : C.23.35.074)
	Date : 18/09/2023	Profondeur : 0,00 - 4,20 m	X : 1357272.77	
	Machine : H200	Cote NGF : + 8.21 m NGF	Y : 6235238.86	

1/25

Forage : TAR3+PD3

EXGTE 3.23.3

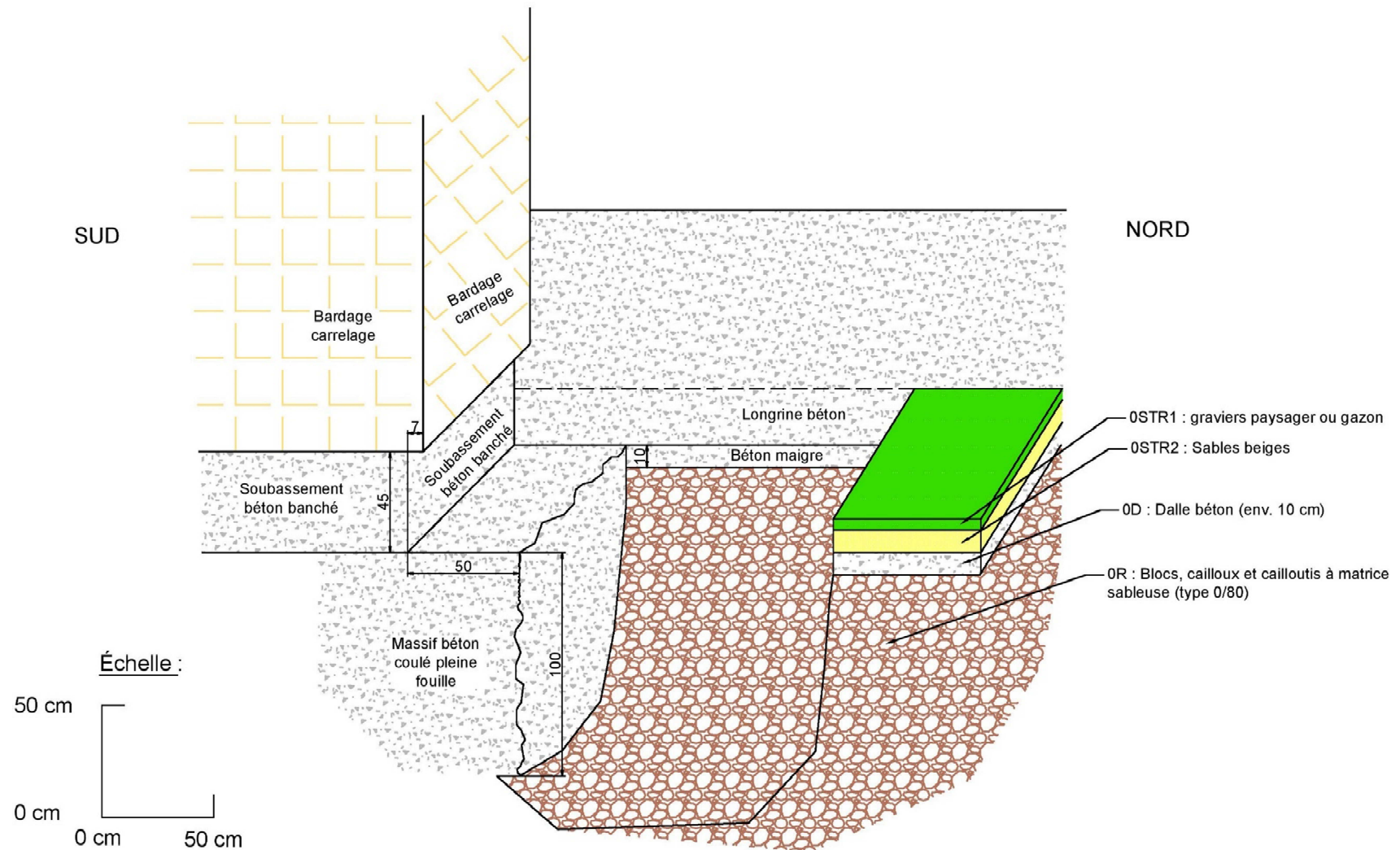




## C.23.35074 NANTES (44)

### Extension du centre des Archives Diplomatiques

#### Reconnaissance de fondation RF1





C.23.35074 NANTES (44)

Extension du centre des Archives Diplomatiques

Reconnaissance de fondation RF1



Massif béton coulé pleine fouille



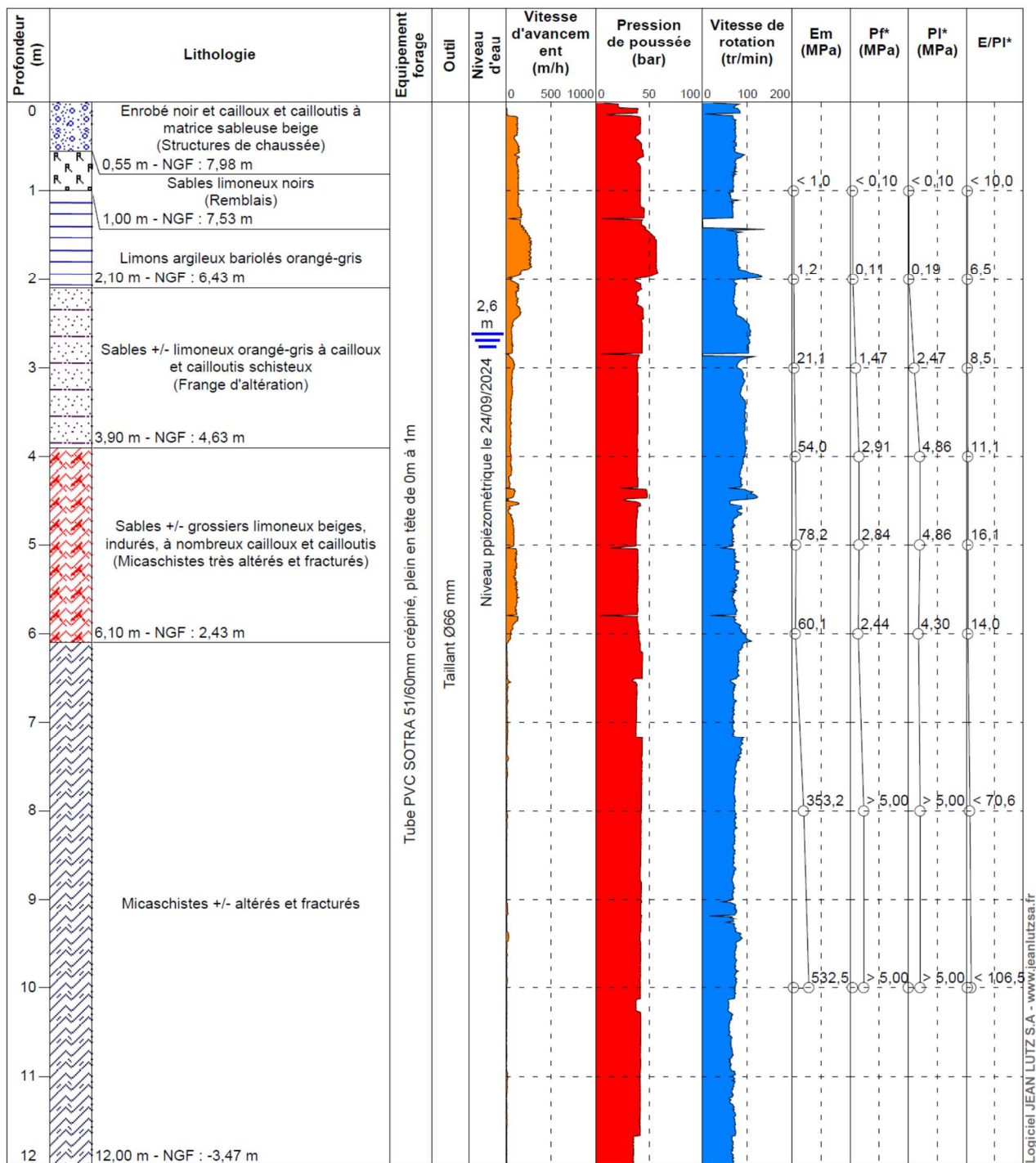
OR : Blocs, cailloux et cailloutis à matrice sableuse (type O/80)

 <b>HYDROGEOTECHNIQUE</b>	Extension du centre des archives diplomatiques NANTES (44)			(Contrat : C.24.35.081)
	Date : 27/08/2024	Profondeur : 0,00 - 12,00 m	X : 1357260.36	
	Machine : HF750	Cote NGF : +8.53 m NGF	Y : 6235209.20	

1/60

Forage : SP1-2024+PZ

EXGTE 3.23.3



EXGTE 3.23.3/LB2EPF587FR

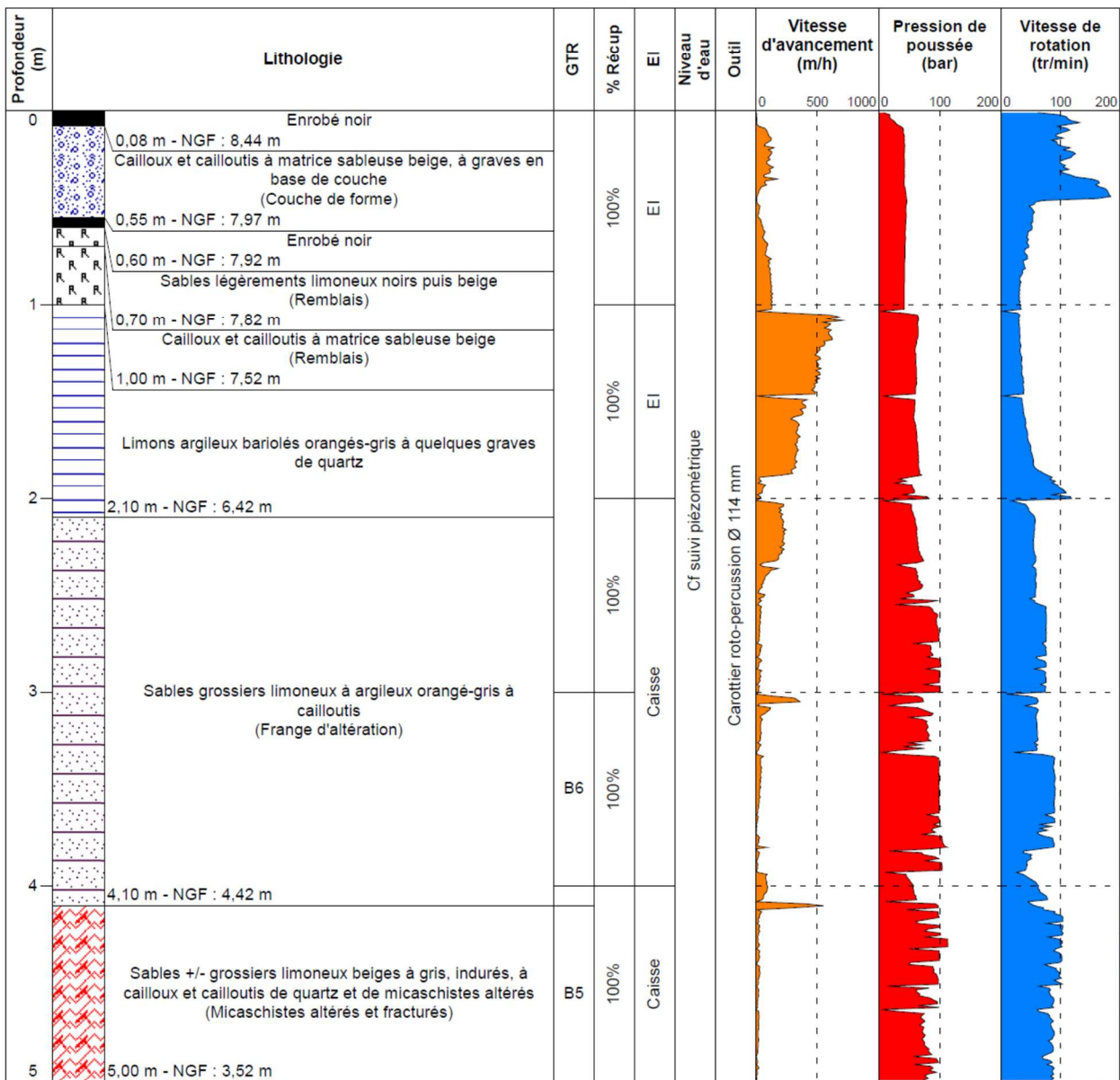


 <b>HYDROGEOTECHNIQUE</b>	<b>Extension du centre des archives diplomatiques NANTES (44)</b>			(Contrat : C.24.35.081)
	Date : 28/08/2024	Profondeur : 0,00 - 5,00 m	X : 1357260.80	
	Machine : HF750	Cote NGF : +8.52 m NGF	Y : 6235209.77	

1/30

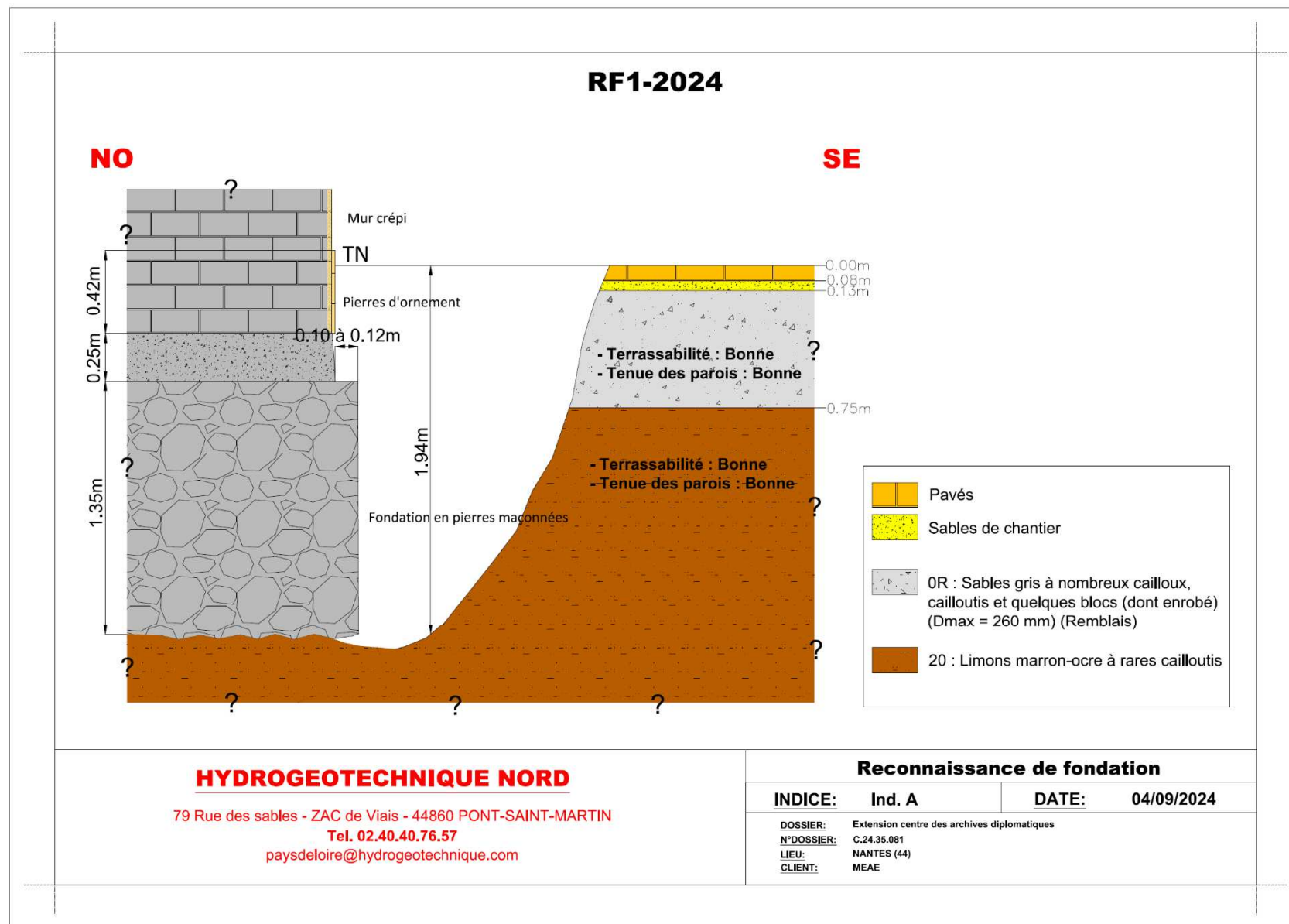
Forage : SC1 - 2024

EXGTE 3.23.3



EXGTE 3.23.3/LB2EPF587FR

Extension du centre des archives - Site Casterneau	
Profondeur	NANTES (44)
SC1 : 0,00m - 1,00m	
SC1 : 1,00m - 2,00m	
SC1 : 2,00m - 4,00m	
SC1 : 4,00m - 5,00m	





## **ANNEXE 4**

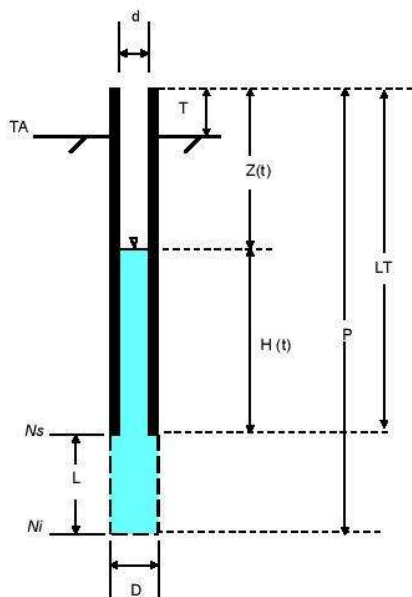
### ***ESSAIS DE PERMÉABILITÉ IN-SITU***

**Essai de perméabilité à l'eau  
dans un forage en tube ouvert**  
(à charge variable après arrêt d'injection, en sol non-saturé)

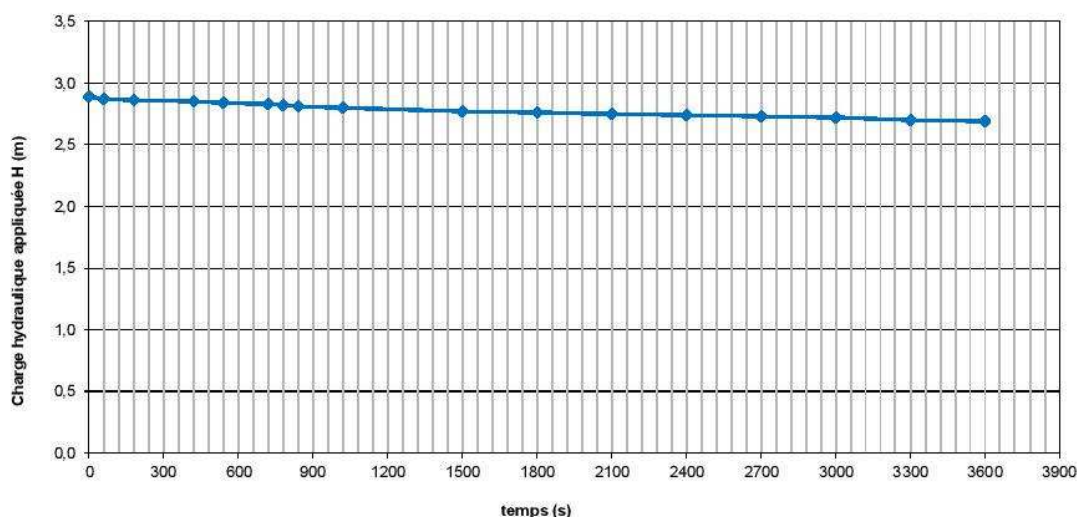
Lithologie Sables limoneux

à (Ni = Niveau inférieur) : 2,90 m TA

(TA = Terrain Actuel)

[illegible]

D = Diamètre de la section d'essai (en m) =
d = Diamètre intérieur du tubage (en m) =
L = Longueur de la cavité d'essai (en m) =
T = Longueur de tubage hors sol (en m) =
LT = Longueur du tubage (en m) =
P = Profondeur du forage / tubage (en m) =



Perméabilité (K)	=	2E-07	m.s <sup>-1</sup>
------------------	---	-------	-------------------

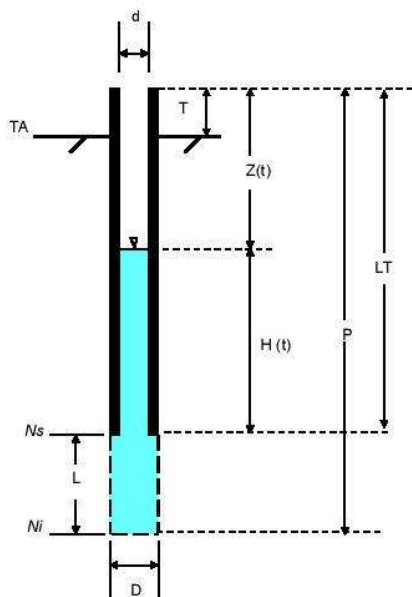


**GROUPE  
HYDROGÉOTECHNIQUE**

**Essai de perméabilité à l'eau  
dans un forage en tube ouvert**  
(à charge variable après arrêt d'injection, en sol non-saturé)

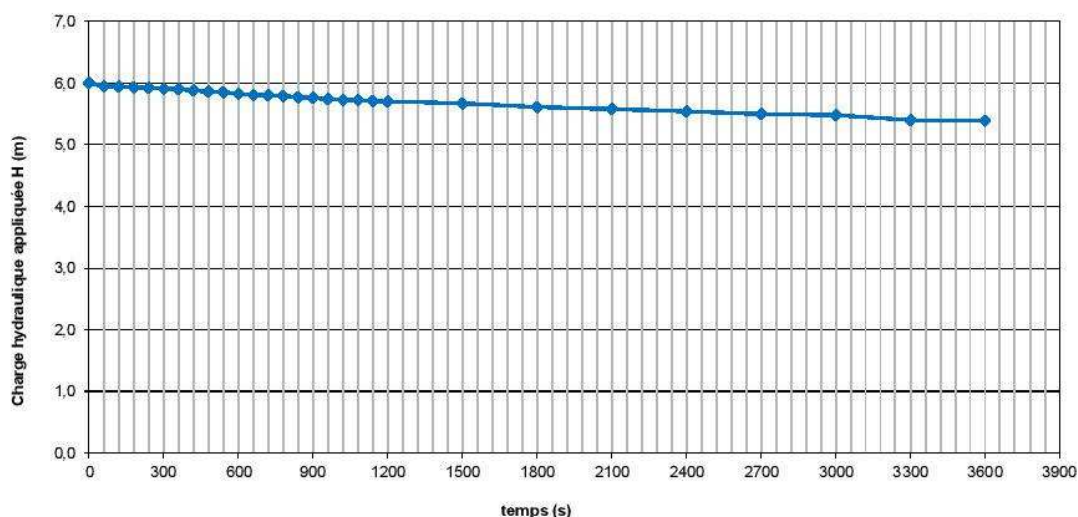
Dossier : C.23.35074  
Chantier : NANTES - Archives diplomatiques  
Date : 18/09/2023  
Lithologie : Micaschistes altérés

Sondage : **SP1**  
Profondeur d'essai :  
de ( $N_s$  = Niveau supérieur) : 4,75 m /TA  
à ( $N_i$  = Niveau inférieur) : 5,75 m /TA  
(TA = Terrain Actuel)



Temps t en s	Charge hydraulique H(t) en m	Variation de charge $\Delta H(t)$ en m	Observations
0	6,000	0,000	
60	5,950	0,050	
120	5,940	0,010	
180	5,930	0,010	
240	5,920	0,010	
300	5,910	0,010	
360	5,900	0,010	
420	5,880	0,020	
480	5,860	0,020	
540	5,850	0,010	
600	5,830	0,020	
660	5,810	0,020	
720	5,800	0,010	
780	5,790	0,010	
840	5,770	0,020	
900	5,760	0,010	
960	5,740	0,020	
1020	5,730	0,010	
1080	5,720	0,010	
1140	5,710	0,010	
1200	5,700	0,010	
1500	5,670	0,030	
1800	5,610	0,060	
2100	5,580	0,030	
2400	5,540	0,040	
2700	5,500	0,040	
3000	5,480	0,020	
3300	5,400	0,080	
3600	5,390	0,010	

D = Diamètre de la section d'essai (en m) =	0,11
d = Diamètre intérieur du tubage (en m) =	0,1200
L = Longueur de la cavité d'essai (en m) =	1,00
T = Longueur de tubage hors sol (en m) =	0,25
LT = Longueur du tubage (en m) =	5,00
P = Profondeur du forage / tubage (en m) =	6,00




Perméabilité (K) = 3E-07 m.s<sup>-1</sup>



## **ANNEXE 5**

### *ESSAIS EN LABORATOIRE*

 <p style="font-size: small;">Groupe HYDROGÉOTECHNIQUE</p>	<h2 style="margin: 0;">RAPPORT D'ESSAIS</h2> <p style="margin: 0;">(norme NF P 11-300)</p>	Affaire suivie par: Bertrand CAVAILLES
		En date du: 05/09/2024

<b>REFERENCES DU CHANTIER</b>	
Dossier N°: C.24.35.081	Chantier: Extension du centre des archives diplomatiques
Affaire: Reconnaissances géologiques et géotechniques	Lieu: NANTES (44)

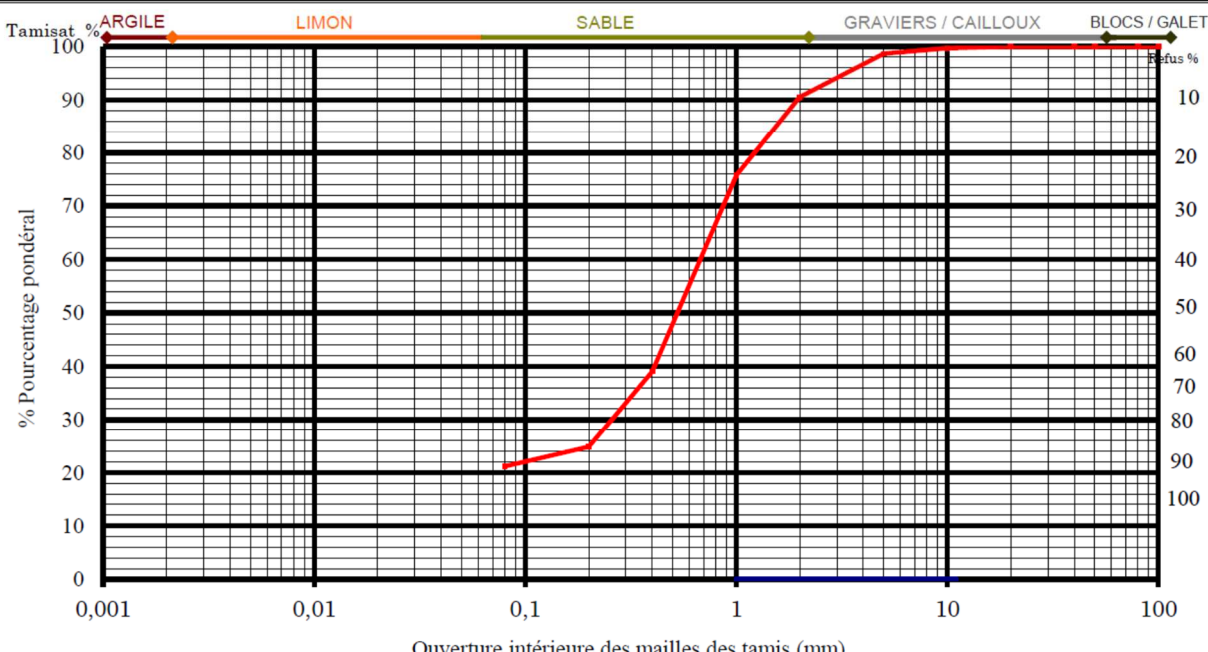
<b>REFERENCES DE L'ECHANTILLONNAGE:</b>	
Sondage : SC1	Date prélèvement: 28/08/2024
Profondeur (m): 3.00-4.00	Réaction à l'acide : -
Nature : Sables grossiers argileux orangés-gris à cailloutis	T° étuvage (°C) : 105

<b>IDENTIFICATION</b> - Laboratoire: Fontaines	Norme	Essai réalisé par :
Teneur en eau par étuvage	NF P 94-050	Opérateur Florent MAYER
Analyse granulométrique des sols	NF P 94-056	Opérateur Florent MAYER
Analyse granulométrique par sédimentation	NF P 94-057	-
Valeur de bleu de méthylène d'un sol	NF P 94-068	Opérateur Florent MAYER
Limites d'Atterberg	NF EN ISO 17892-12	-

OBSERVATIONS:

**RESULTATS:**

<b>TENEUR EN EAU NATURELLE</b>   Wn (0/20) %   11,0	Wn (0/D) %   11,0	
---	-------------------	--




Ouverture intérieure des mailles des tamis (mm)

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	100	99	91	76	39	25	21,1

<b>GRANULOMETRIE</b>	
D10 (mm): -	D max (mm)*: 3,4
D30 (mm): -	Passant à 0,08 mm: 21,1
D50 (mm): -	Passant 0,08 mm (fraction 0/50): 21,1
D60 (mm): -	Passant à 2µm: -
Coefficient courbure (Cc): -	* déterminé avec le D <sub>95</sub> (NF P 11-300) de l'échantillon
Coefficient uniformité (Cu): -	

<b>ARGILOSITE</b>	
Valeur au bleu (VBS)	1,59
Limite de liquidité (WL %)	-
Indice de plasticité (Ip)	-

<b>Classement GTR (NF P 11-300):</b> <b style="color: red; font-weight: bold;">B6</b>
--

 Groupe HYDROGÉOTECHNIQUE	<b>RAPPORT D'ESSAIS</b> (norme NF P 11-300)	Affaire suivie par: Bertrand CAVAILLES
		En date du: 05/09/2024

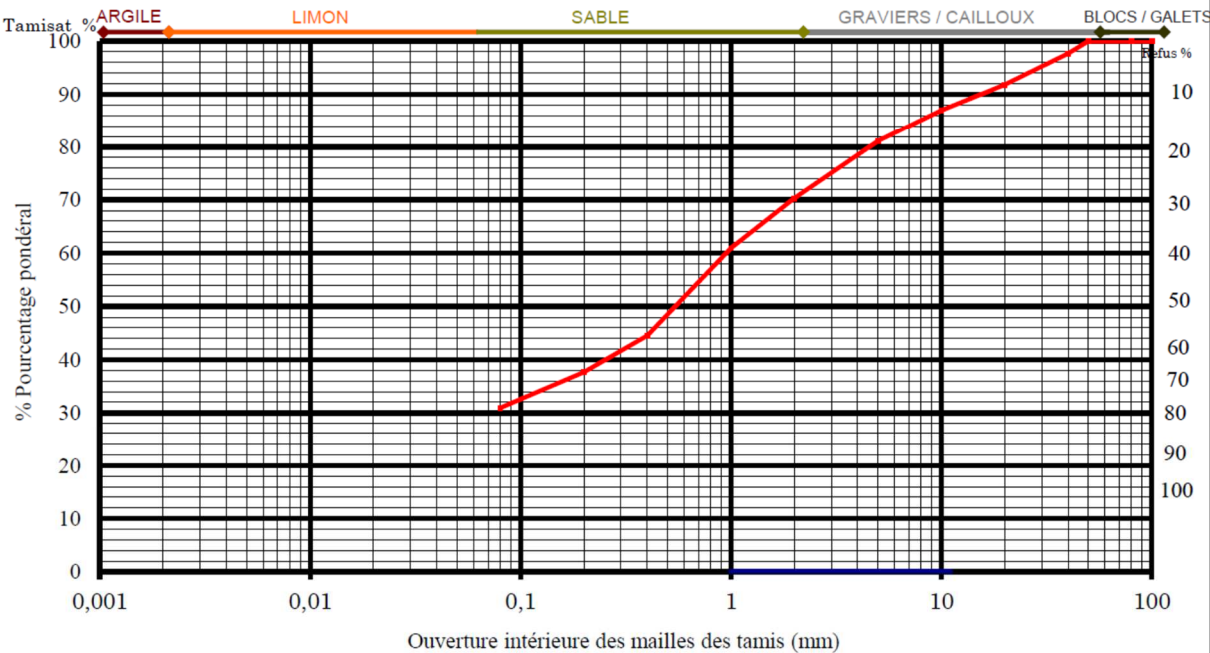
<b>REFERENCES DU CHANTIER</b>	
Dossier N°: C.24.35.081	Chantier: Extension du centre des archives diplomatiques
Affaire: Reconnaissances géologiques et géotechniques	Lieu: NANTES (44)

<b>REFERENCES DE L'ECHANTILLONNAGE:</b>	
Sondage : SC1	Date prélèvement: 28/08/2024
Profondeur (m): 4,10-5,00	Réaction à l'acide : -
Nature : Sables limono-graveleux brun-gris	T° étuvage (°C) : 105

<b>IDENTIFICATION</b> - Laboratoire: Fontaines	Norme	Essai réalisé par :
Teneur en eau par étuvage	NF P 94-050	Opérateur Florent MAYER
Analyse granulométrique des sols	NF P 94-056	Opérateur Florent MAYER
Analyse granulométrique par sédimentation	NF P 94-057	-
Valeur de bleu de méthylène d'un sol	NF P 94-068	Opérateur Florent MAYER
Limites d'Atterberg	NF EN ISO 17892-12	-

<b>OBSERVATIONS:</b>	

<b>RESULTATS:</b>	
<b>TENEUR EN EAU NATURELLE</b> Wn (0/20) %	8,5
<b>Wn (0/D) %</b>	7,8



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	98	92	87	81	70	61	45	38	30,9

<b>GRANULOMETRIE</b>	
D10 (mm):	-
D30 (mm):	-
D50 (mm):	-
D60 (mm):	-
Coefficient courbure (Cc):	-
Coefficient uniformité (Cu):	-

<b>ARGILOSITE</b>	
Valeur au bleu (VBS)	0,84
Limite de liquidité (WL %)	-
Indice de plasticité (Ip)	-

<b>Classement GTR (NF P 11-300):</b>
B5

\* déterminé avec le D<sub>95</sub> (NF P 11-300) de l'échantillon

**EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT  
FRANCE SAS**

**GEAUPOLE**  
**Madame Céline GREGORSKI**  
5 Rue de Rochefort  
45650 SAINT JEAN DE BRAYE

**RAPPORT D'ANALYSE****Dossier N° : 24E165129**

Version du : 23/09/2024

N° de rapport d'analyse : AR-24-LK-197791-01

Date de réception technique : 06/09/2024

Première date de réception physique : 06/09/2024

Référence Dossier : N° Projet : C.24.OR.010

Nom Projet : LABO NANTES (44)

Nom Commande : NANTES CASTERNEAU (44)

Référence Commande : C.24.OR.010-X / C.24.35.081

Coordinateur de Projets Clients : Elisa Gitzhofer / ElisaGitzhofer@eurofins.com / +33 3 88 91 19 11

N° Ech	Matrice		Référence échantillon
001	Sol	(SOL)	SC1 2.0-3.0m
002	Eau souterraine	(ESO)	SP1+PZ

Eurofins Analyses pour l'Environnement - Site de Saverne  
5, rue d'Oterswiller - 67700 Saverne  
Tél 03 88 911 911 - fax 03 88 916 531 - site web : [www.eurofins.fr/env](http://www.eurofins.fr/env)  
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS SAVERNE 422 998 971





## EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

### RAPPORT D'ANALYSE

**Dossier N° : 24E165129**

Version du : 23/09/2024

N° de rapport d'analyse : AR-24-LK-197791-01

Date de réception technique : 06/09/2024

Première date de réception physique : 06/09/2024

Référence Dossier : N° Projet : C.24.OR.010

Nom Projet : LABO NANTES (44)

Nom Commande : NANTES CASTERNEAU (44)

Référence Commande : C.24.OR.010-X / C.24.35.081

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

001

SC1

2.0-3.0m

SOL

04/09/2024

06/09/2024

17.8°C

002

SP1+PZ

ESO

04/09/2024

06/09/2024

17.8°C

#### Préparation Physico-Chimique

LS025 : Filtration 0.45 µm

Effectuée

#### Analyses immédiates

LS001 : Mesure du pH

pH

▲ # 7.5

Température

°C

19.4

J1020 : Titre Alcalimétrique

\* 13.8

Complet (TAC)

LS028 : Anhydride carbonique

mg/l

2.72

(CO2) agressif

#### Indices de pollution

LS02L : Azote Nitrique / Nitrates (NO3)

Nitrates

mg NO3/l

▲ # &lt;1.00

Azote nitrique

mg N-NO3/l

▲ # &lt;0.20

LS02I : Chlorures (Cl)

mg/l

\* 28.6

LS02R : Ammonium

mg NH4/l

▲ # 0.26

LS02Z : Sulfates (SO4)

mg/l

\* 65.2

LSRDB : Classe d'agressivité

&lt;XA1

selon NF EN 206

#### Métaux

LS206 : Magnésium (Mg)

mg/l

\* 8.88

dissous

LS204 : Calcium (Ca) dissous

mg/l

\* 55.8

LS207 : Potassium (K) dissous

mg/l

\* 11.7

LS208 : Sodium (Na) dissous

mg/l

\* 18.8

#### Sous-traitance

Eurofins Analyses pour l'Environnement - Site de Saverne

5, rue d'Otterswiller - 67700 Saverne

Tél 03 88 911 911 - fax 03 88 916 531 - site web : www.eurofins.fr/env

SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS SAVERNE 422 998 971

 ACCREDITATION  
 N° 1- 1488  
 Portée disponible sur  
 www.cofrac.fr


RÉFÉRENCE : C.24.35.081

INDICE : A

PAGE 100



## EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

### RAPPORT D'ANALYSE

**Dossier N° : 24E165129**

Version du : 23/09/2024

N° de rapport d'analyse : AR-24-LK-197791-01

Date de réception technique : 06/09/2024

Première date de réception physique : 06/09/2024

Référence Dossier : N° Projet : C.24.OR.010

Nom Projet : LABO NANTES (44)

Nom Commande : NANTES CASTERNEAU (44)

Référence Commande : C.24.OR.010-X / C.24.35.081

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

001

SC1

2.0-3.0m

SOL

04/09/2024

06/09/2024

17.8°C

002

SP1+PZ

ESO

04/09/2024

06/09/2024

17.8°C

#### Sous-traitance

EM00B : Sulfates solubles dans l'acide (SO4) -

Agressivité sur béton

Prestation soustraite à Eurofins Analyses Des Matériaux Et Combustibles

Fr COFRAC ESSAIS 1-6313

Sulfate dans l'acide (SO4) Agressivité

mg/kg

\*

451

Béton

Classe d'agressivité selon NF EN 206

\*

&lt; XA1

Observations	N° d'échantillon	Référence client
La conformité relative à la température relevée à réception des échantillons n'est pas remplie.	(002)	SP1+PZ
L'accréditation a été retirée pour l'analyse identifiée par le symbole ▲. Par conséquent, celle-ci n'est ni présumée conforme au référentiel d'accréditation ni couverte par les accords de reconnaissance internationaux.	(002)	SP1+PZ
Les délais de mise en analyse sont supérieurs à ceux indiqués dans notre dernière étude de stabilité ou aux délais normatifs pour les paramètres identifiés par # et donnent lieu à des réserves sur les résultats, avec retrait de l'accréditation. L'échantillon a néanmoins été conservé dans les meilleures conditions de stockage.	(002)	SP1+PZ
Spectrophotométrie visible automatisée : l'analyse a été réalisée sur l'échantillon filtré à 0.45µm.	(002)	SP1+PZ

Eurofins Analyses pour l'Environnement - Site de Saverne  
5, rue d'Otterswiller - 67700 Saverne  
Tél 03 88 911 911 - fax 03 88 916 531 - site web : [www.eurofins.fr/env](http://www.eurofins.fr/env)  
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS SAVERNE 422 998 971



**EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT  
FRANCE SAS****RAPPORT D'ANALYSE****Dossier N° : 24E165129**

N° de rapport d'analyse : AR-24-LK-197791-01

Référence Dossier : N° Projet : C.24.OR.010

Nom Projet : LABO NANTES (44)

Nom Commande : NANTES CASTERNEAU (44)

Référence Commande : C.24.OR.010-X / C.24.35.081

Version du : 23/09/2024

Date de réception technique : 06/09/2024

Première date de réception physique : 06/09/2024

Gilles Lacroix

Chef de Service Coord. Projets Clients

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 6 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai. Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats (la date de prélèvement, la matrice, la référence échantillon et autres informations identifiées comme provenant du client), ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole \*.

Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification, elles sont la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Tous les éléments de traçabilité et incertitude (déterminée avec  $k = 2$ ) sont disponibles sur demande.

Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

Laboratoire agréé par le gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg pour l'accomplissement de tâches techniques d'étude et de vérification dans le domaine de l'environnement – Détail disponible sur demande

Eurofins Analyses pour l'Environnement - Site de Saverne  
5, rue d'Otterswiller - 67700 Saverne  
Tél 03 88 911 911 - fax 03 88 916 531 - site web : [www.eurofins.fr/env](http://www.eurofins.fr/env)  
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS SAVERNE 422 998 971



### Annexe technique

**Dossier N° :24E165129**

N° de rapport d'analyse : AR-24-LK-197791-01

Emetteur : Céline GREGORSKI

Commande EOL : 006-10514-1194726

Nom projet : N° Projet : C.24.OR.010

Référence commande : C.24.OR.010-X / C.24.35.081

LABO NANTES (44)

Nom Commande : NANTES CASTERNEAU (44)

#### Eau souterraine

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Incertitude à la LQ	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
JI020	Titre Alcalimétrique Complet (TAC)	Spectrophotométrie (UV/VIS) - Méthode interne - Méthode interne - Méthode interne	0.5	30%	°f	Eurofins Analyses pour l'Environnement France
LS001	Mesure du pH pH Température	Potentiométrie - NF EN ISO 10523			°C	
LS025	Filtration 0.45 µm	Filtration - Méthode interne				
LS028	Anhydride carbonique (CO2) agressif	Calcul - Calcul			mg/l	
LS021	Chlorures (Cl)	Spectrophotométrie (UV/VIS) [Spectrophotométrie visible automatisée] - NF EN ISO 15923-1	1	30%	mg/l	
LS02L	Azote Nitrique / Nitrates (NO3)	Spectrophotométrie (UV/VIS) [Spectrophotométrie visible automatisée] - NF EN ISO 15923-1				
	Nitrates		1	35%	mg NO3/l	
	Azote nitrique		0.2	35%	mg N-NO3/l	
LS02R	Ammonium	Spectrophotométrie (UV/VIS) - NF EN ISO 15923-1	0.05	22%	mg NH4/l	
LS02Z	Sulfates (SO4)	Spectrophotométrie (UV/VIS) [Spectrophotométrie visible automatisée] - NF EN ISO 15923-1	5	20%	mg/l	
LS204	Calcium (Ca) dissous	ICP/AES - NF EN ISO 11885	1	30%	mg/l	
LS206	Magnésium (Mg) dissous		0.01	30%	mg/l	
LS207	Potassium (K) dissous		0.1	40%	mg/l	
LS208	Sodium (Na) dissous		0.05	35%	mg/l	
LSRDB	Classe d'agressivité selon NF EN 206	Calcul - Calcul				

#### Sol

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Incertitude à la LQ	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
EM00B	Sulfates solubles dans l'acide (SO4) - Agressivité sur béton  Sulfate dans l'acide (SO4) Agressivité Béti  Classe d'agressivité selon NF EN 206	Gravimétrie - NF EN 196-2 - NF EN 206	100		mg/kg	Prestation soustraite à Eurofins Analyses Des Matériaux Et Combustibles Fr



## EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

### Annexe de traçabilité des échantillons

Cette traçabilité recense les flacons des échantillons scannés dans EOL sur le terrain avant envoi au laboratoire

**Dossier N° : 24E165129**

N° de rapport d'analyse : AR-24-LK-197791-01

Emetteur :

Commande EOL : 006-10514-1194726

Nom projet : N° Projet : C.24.OR.010

Référence commande : C.24.OR.010-X / C.24.35.081

LABO NANTES (44)

Nom Commande : NANTES CASTERNEAU (44)

#### Eau souterraine

N° Ech	Référence Client	Date & Heure Prélèvement	Date de Réception Physique (1)	Date de Réception Technique (2)	Code-Barre	Nom Flacon
002	SP1+PZ	04/09/2024 00:00:00	06/09/2024	06/09/2024	V020576209	250mL verre

#### Sol

N° Ech	Référence Client	Date & Heure Prélèvement	Date de Réception Physique (1)	Date de Réception Technique (2)	Code-Barre	Nom Flacon
001	SC1 2.0-3.0m	04/09/2024 00:00:00	06/09/2024	06/09/2024	P09560932	Seau Lixi

(1) : Date à laquelle l'échantillon a été réceptionné au laboratoire.

Lorsque l'information n'a pas pu être récupérée, cela est signalé par la mention N/A (non applicable).

(2) : Date à laquelle le laboratoire disposait de toutes les informations nécessaires pour finaliser l'enregistrement de l'échantillon.

Eurofins Analyses pour l'Environnement - Site de Saverne  
5, rue d'Otterswiller - 67700 Saverne  
Tél 03 88 911 911 - fax 03 88 916 531 - site web : [www.eurofins.fr/env](http://www.eurofins.fr/env)  
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS SAVERNE 422 998 971





## EUROFINS ANALYSES DES MATERIAUX ET COMBUSTIBLES FR

**EUROFINS ANALYSES POUR  
L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS**  
Département Environnement  
5 rue d'Otterswiller  
67700 SAVERNE

### RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-24-EM-014795-01 Version du : 23/09/2024

Page 1/2

Dossier N° : 24Q007444

Date de réception : 10/09/2024

Référence Dossier :

Référence Commande : EUFRSA200148752

N° Ech	Matrice	Référence échantillon	Préleveur
001	Sols	24E165129-001	Client

#### Conservation de vos échantillons

Les échantillons seront conservés pendant 1 mois après la date d'édition du rapport. Sans avis contraire, ils seront détruits après cette période sans aucune communication de notre part.

#### EUROFINS ANALYSES DES MATERIAUX ET COMBUSTIBLES France SAS

3 rue d'Otterswiller  
67700 Saverne  
SAS au capital de 115 750 €  
APE 7120B RCS SAVERNE 529294100  
TVA FR72529294100  
Tél 03 88 021 562 - fax 03 88 916 531  
Mail : [Materiaux@Eurofins.com](mailto:Materiaux@Eurofins.com)

ACCREDITATION  
N° 1- 6313  
Portée disponible sur  
[www.cofrac.fr](http://www.cofrac.fr)



**RAPPORT D'ANALYSE**

N° de rapport d'analyse : AR-24-EM-014795-01 Version du : 23/09/2024

Page 2/2

Dossier N° : 24Q007444

Date de réception : 10/09/2024

Référence Dossier :

Référence Commande : EUFRSA200148752

N° Echantillon **24Q007444-001**

Référence : 24E165129-001

Date de prélèvement : 04/09/2024

Début d'analyse : 23/09/2024

Description échantillon : SC1 2.0-3.0m -

**Essais Chimiques**

	Résultat	Unité	Limite
EM00B : <b>Sulfates solubles dans l'acide (SO4) - Agressivité sur béton</b> Prestation réalisée sur le site de Saverne COFRAC ESSAIS 1-6313 Gravimétrie - NF EN 196-2 - NF EN 206			
Sulfate dans l'acide (SO4) Agressivité Béton	*	451	mg/kg
Classe d'agressivité selon NF EN 206	*	< XA1	

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 2 page(s).

Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire n'est pas responsable de la représentativité des échantillons. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats (la date de prélèvement, la matrice, la référence échantillon et autres informations identifiées comme provenant du client), ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire.

Les résultats non conformes aux limites ou références de qualité sont signalés par un rond noir ●.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole \*.

Lors de l'émission d'une nouvelle version de rapport, toute modification est identifiée par une mise en forme gras, italique et souligné ou notifiée en observation.

Les résultats précédés du signe "<" correspondent à des limites de quantification. Tous les éléments de traçabilité et incertitude (déterminée avec k = 2) sont disponibles sur demande. Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

MS : Matières Sèches

P.B. : Produit Brut



Dorothée Mangold  
Cheffe d'Equipe

**EUROFINS ANALYSES DES MATERIAUX ET COMBUSTIBLES France SAS**

3 rue d'Oterswiller  
67700 Saverne  
SAS au capital de 115 750 €  
APE 7120B RCS SAVERNE 529294100  
TVA FR72529294100  
Tél 03 88 021 562 - fax 03 88 916 531  
Mail : Matériaux@Eurofins.com

ACCREDITATION  
N° 1- 6313  
Portée disponible sur  
www.cofrac.fr

**cofrac**  
  
**ESSAIS**

## ©HYDROGEOTECHNIQUE



RÉFÉRENCE : C.24.OR.010-X / C.24.35.081  
INDICE : A



# **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.
- Etudier 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.
- Etudier 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).

**SCHÉMA D'ENCHAÎNEMENT DES MISSIONS GÉOTECHNIQUES**  
**(extrait de la norme NFP 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

## HYDROGÉOTECHNIQUE