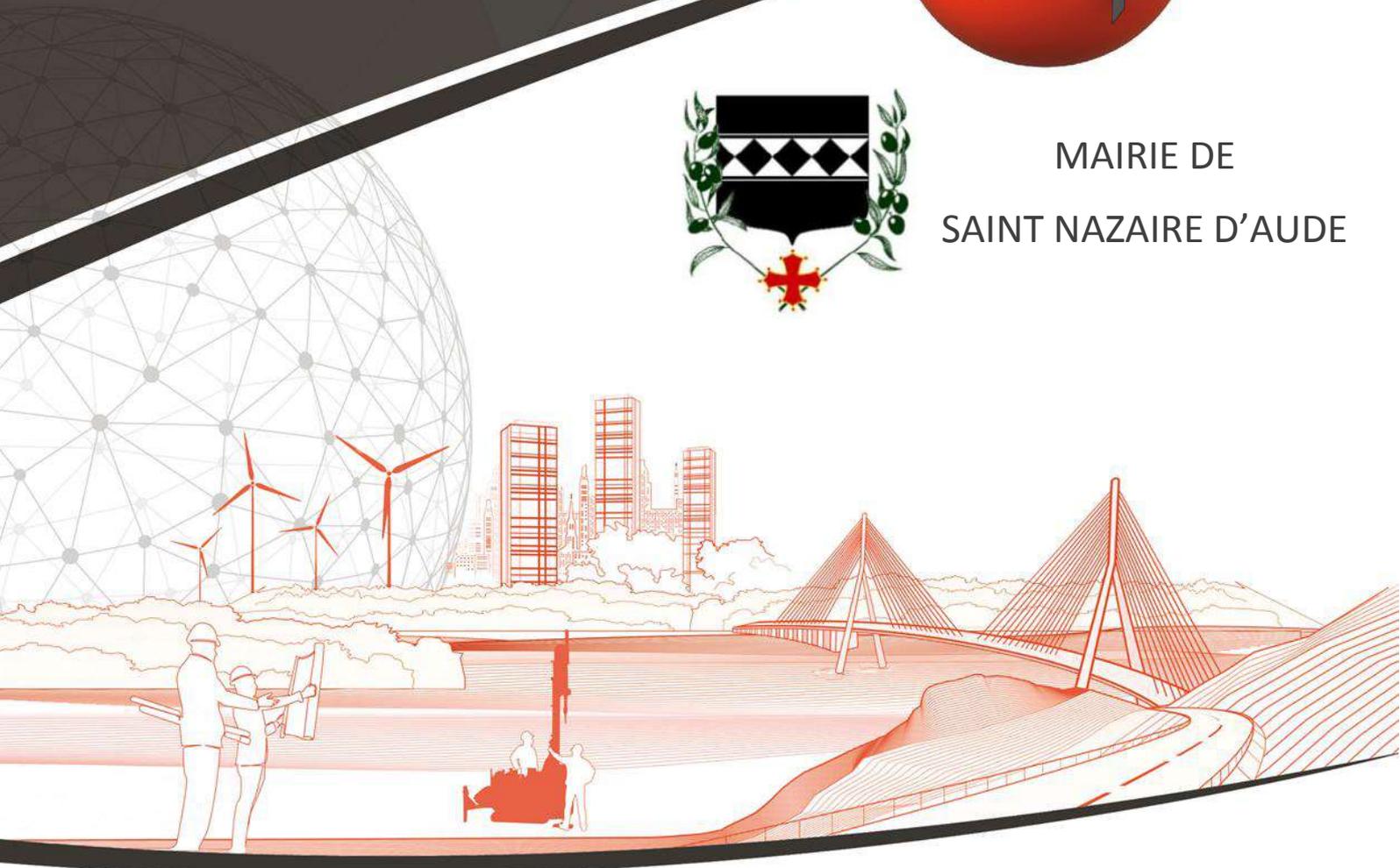


HYDROGÉOTECHNIQUE

Spécialistes en études de sol,
chaussée et environnement.



MAIRIE DE
SAINT NAZAIRE D'AUDE



RAPPORT D'ÉTUDE GÉOTECHNIQUE ESTIMATION DE L'ÉTENDUE D'UNE ZONE DE REMBLAIS

Diagnostic géotechnique (G5)

SAINT-NAZAIRE D'AUDE (11)

DOSSIER N°	INDICE	DATE	RÉDACTEUR	SUPERVISEUR	OBSERVATIONS / MODIFICATIONS
C.21.41.171	A	20/07/2021	Sylvain LEFAUCHEUX	Georges DE CARVALHO	Diffusion initiale

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION	3
1.1. MISSIONS	3
1.2. RÉFÉRENTIELS	4
1.3. DESCRIPTION DU PROJET AU STADE DE NOTRE MISSION	4
2. ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉLIMINAIRE DE SITE	5
2.1. CONTEXTES SITOLOGIQUE ET HISTORIQUE	5
2.2. CONTEXTE GÉOLOGIQUE	6
2.3. CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE	6
2.4. RISQUES NATURELS	6
3. PROGRAMME SPÉCIFIQUE D'INVESTIGATIONS MIS EN ŒUVRE	9
3.1. PROGRAMME SPÉCIFIQUE	9
3.2. IMPLANTATION ET CALAGE ALTIMÉTRIQUE	9
3.3. ORGANISATION DES ANNEXES	9
4. RÉSULTATS DES INVESTIGATIONS ET INTERPRÉTATION - MISSIONS G5	10
4.1. LITHOLOGIE ET CARACTÉRISTIQUES GÉOTECHNIQUES	10
4.2. SYNTHÈSE DES RESULTATS	11
ANNEXES	13
ANNEXE 1 PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES	14
ANNEXE 2 COUPES LITHOLOGIQUES DES SONDAGES A LA PELLE MECANIQUE	15
ANNEXE 3 MISSIONS GÉOTECHNIQUES	16

1. INTRODUCTION

1.1. MISSIONS

À la demande et pour le compte de la **MAIRIE DE SAINT NAZAIRE D'AUDE**, l'agence Languedoc-Roussillon du Bureau d'Études **HYDROGÉOTECHNIQUE SUD-OUEST** a procédé à l'exécution des sondages, essais et études géotechniques nécessaires à l'estimation de l'étendue d'une zone de remblais, située sur la commune de **SAINT-NAZAIRE D'AUDE (11)**.

Cette étude s'inscrit dans le cadre de la norme 94.500 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 la réalisation d'une mission de diagnostic géotechnique de type G5 de l'Union Syndicale Géotechnique. Vous trouverez en annexe la classification, le contenu et le schéma d'enchaînement de ces missions.

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

Ce rapport a été rédigé par **Sylvain LEFAUCHEUX, Chef de Projets**, et vérifié par **Georges DE CARVALHO, Ingénieur Géologue – Géotechnicien Senior, DESS de Géologie Appliquée**.

Les objectifs de cette étude sont :

- l'appréhension des caractéristiques géologiques, hydrogéologiques et géotechniques des sols,
- la détermination de la présence ou non de remblais au droit de chacun des points de sondage,
- l'établissement d'une vue en plan (sur fond fourni par le client) des points de sondage réalisés indiquant ceux sur lesquels des remblais ont été identifiés.

Notre mission de type G5 s'arrête à la remise de ce rapport. Elle pourra être suivie des missions de type G1, G2 et G4, à définir par la Maîtrise d'Œuvre du projet. 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 présente étude peut présenter des contradictions avec les résultats de missions complémentaires (recherche de pollution notamment). Il appartiendra au Maître d'Œuvre de mettre en cohérence ces éléments, si nécessaire, à la réception des études.

1.2. RÉFÉRENTIELS

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

- Eurocodes 1 – NF EN 1991-1 (mars 2003),
- Eurocodes 7 – NF EN 1997-1 (juin 2005) et NF EN-1997-2 (septembre 2007),
- Eurocodes 8 – NF EN 1998-5 (septembre 2005),
- Normes relatives aux essais in situ et essais en laboratoire.

1.3. DESCRIPTION DU PROJET AU STADE DE NOTRE MISSION

La zone d'étude concerne la parcelle cadastrale N° 0042 section AX, sur la commune de **SAINT-NAZAIRE D'AUDE (11)**, qui a fait l'objet de dépôts anthropiques divers il y a plusieurs décennies, dont la mairie cherche aujourd'hui à estimer l'étendue afin de mettre en vente les parcelles voisines.

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

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

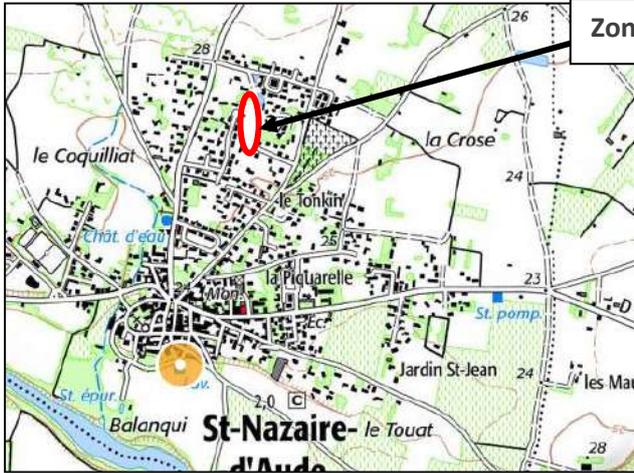
* Cette classification est à confirmer par le Maître d'Ouvrage.

2. ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉLIMINAIRE DE SITE

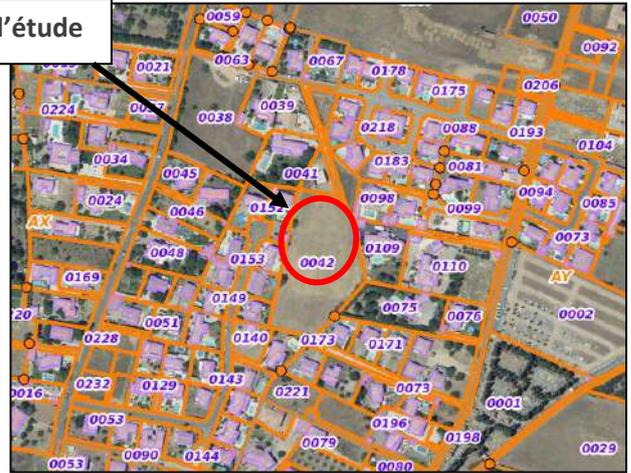
2.1. CONTEXTES SITOLOGIQUE ET HISTORIQUE

Le site se trouve sur la commune de **SAINT-NAZAIRE D'AUDE (11)**, parcelle cadastrale N° 0042 section AX. Il présente une topographie et une végétation herbeuse peu dense.

Les extraits de carte IGN et de parcelles cadastrales ci-dessous permettent de localiser le site :



Extrait de la carte IGN.



Extrait des parcelles cadastrales.

Les photos ci-après illustrent le terrain :



Vues du site

2.2. CONTEXTE GÉOLOGIQUE

La carte géologique (éditions du BRGM) au 1/50 000^{ème} de BEZIERS montre que la zone d'étude se situe au niveau des formations suivantes, sous les remblais / formations de surface et d'altération non mentionnées par le document :

- Alluvions anciennes du Quaternaire moyen (**Riss**), notés **Fxb**, et décrits en alluvions sablo-graveleuses.



Extrait de la carte géologique de BEZIERS au 1/50 000^{ème} du BRGM

2.3. CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE

Dans ce contexte, on peut s'attendre à des arrivées d'eau :

- parasites dans les couches superficielles et dans les remblais,
- dans les couches meubles à la faveur de l'infiltration du ruissellement superficiel,
- dans les alluvions en relation avec le niveau de l'Aude.

2.4. RISQUES NATURELS

Selon le portail de prévention des risques majeurs du Ministère de la Transition Écologique et Solidaire, les arrêtés de catastrophes naturelles pris sur la commune sont les suivants :

Inondations, coulées de boue et effets exceptionnels dus aux précipitations : 1

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le Journal Officiel du
11PREF19920358	22/01/1992	25/01/1992	15/07/1992	24/09/1992

Inondations et chocs mécaniques liés à l'action des vagues : 1

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le Journal Officiel du
11PREF20090359	24/01/2009	27/01/2009	28/01/2009	29/01/2009

Inondations et coulées de boue : 10

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le Journal Officiel du
11PREF20190167	22/10/2019	23/10/2019	30/10/2019	31/10/2019
11PREF20180239	14/10/2018	15/10/2018	17/10/2018	18/10/2018
11PREF20150045	29/11/2014	01/12/2014	17/02/2015	19/02/2015
11PREF20060136	29/01/2006	30/01/2006	18/08/2006	14/07/2006
11PREF20060055	15/11/2005	15/11/2005	18/02/2006	28/02/2006
11PREF19990199	12/11/1999	14/11/1999	17/11/1999	18/11/1999
11PREF19970163	06/12/1996	12/12/1996	21/01/1997	05/02/1997
11PREF19960036	28/01/1996	29/01/1996	17/06/1996	09/07/1996
11PREF19950025	18/10/1994	19/10/1994	03/03/1995	17/03/1995
11PREF19920678	26/09/1992	27/09/1992	12/10/1992	13/10/1992

Tempête : 1

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le Journal Officiel du
11PREF19820359	06/11/1982	10/11/1982	18/11/1982	19/11/1982

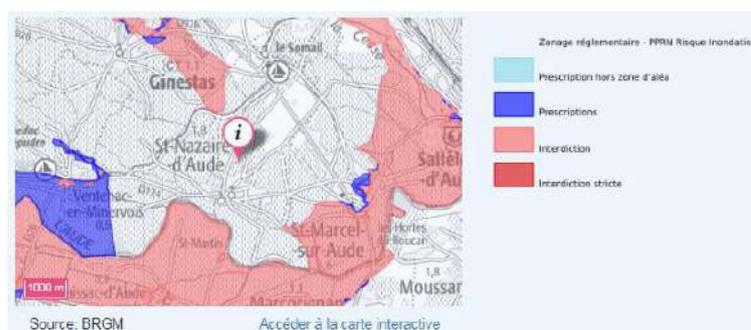
2.4.1. PLANS DE PRÉVENTION DES RISQUES NATURELS

Le PPRN suivant est en application sur la commune :

PPRN	Aléa	Prescrit le	Approuvé le
11DDTM19490045 - PSS sur la commune Saint-Nazaire-d'Aude	Inondation	20/10/1937	02/12/1949

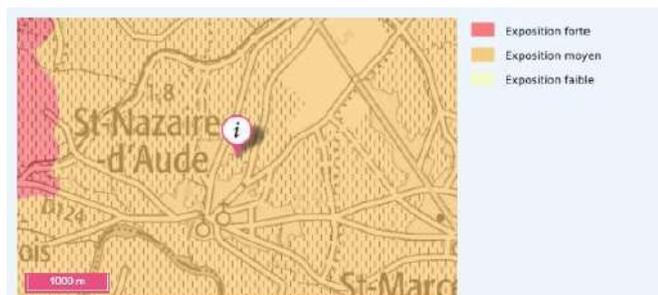
2.4.2. RISQUE INONDATIONS

Située dans le bassin versant de l'Aude, la commune de SAINT-NAZAIRE D'AUDE est concernée par des risques d'inondation par submersion marine et par débordement de l'Aude, mais d'après la carte disponible sur le site du BRGM, le site d'étude est situé hors zone de risque.



2.4.3. LES PHÉNOMÈNES DE RETRAIT / GONFLEMENT DES SOLS ARGILEUX

La cartographie de l'aléa des sols argileux aux phénomènes de retrait / gonflement, dont un extrait est présenté ci-après, classe le site en zone d'aléa moyen :



2.4.4. BASE DE DONNÉES DES CAVITÉS SOUTERRAINES

Aucune cavité souterraine n'a été recensée par le BRGM au droit de la zone d'étude.

2.4.5. RISQUE DE GLISSEMENT DE TERRAIN

La zone d'étude ne se situe pas en zone de glissement de terrain.

2.4.6. RISQUE RADON

D'après le site www.irsn.fr, la commune de SAINT-NAZAIRE D'AUDE présente un potentiel de présence de radon de catégorie 1:

Les communes à potentiel radon de catégorie 1 sont celles localisées sur les formations géologiques présentant les teneurs en uranium les plus faibles. Ces formations correspondent notamment aux formations calcaires, sableuses et argileuses constitutives des grands bassins sédimentaires (bassin parisien, bassin aquitain) et à des formations volcaniques basaltiques (Massif Central, Polynésie Française, Antilles...).

Sur ces formations, une grande majorité de bâtiments présente des concentrations en radon faibles. Les résultats de la **campagne nationale de mesure** en France métropolitaine montrent ainsi que seulement 20% des bâtiments dépassent 100 Bq. m^{-3} et moins de 2% dépassent 400 Bq. m^{-3} .

3. PROGRAMME SPÉCIFIQUE D'INVESTIGATIONS MIS EN ŒUVRE

3.1. PROGRAMME SPÉCIFIQUE

Lors de notre intervention le 07 Juillet 2021, nous avons mis en œuvre les investigations suivantes :

- **10 sondages à la pelle mécanique de 9T**, notés PM1 à PM10, et descendus jusqu'à 3.50 m de profondeur ou au refus sous la conduite d'un ingénieur géotechnicien, avec relevé des coupes lithologiques, observations sur les difficultés de terrassement (éboulement, compacité, refus...), observation du contexte hydrogéologique.

Essais	Profondeur d'arrêt	Motif d'arrêt
PM1	3.30 m	Arrêt sur effondrement des parois
PM2	3.80 m	Objectif atteint
PM3	3.90 m	Objectif atteint
PM4	2.80 m	Arrêt sur effondrement des parois
PM5	3.40 m	Arrêt sur effondrement des parois
PM6	3.30 m	Arrêt sur effondrement des parois
PM7	2.00 m	Arrêt sur effondrement des parois
PM8	3.00 m	Arrêt sur effondrement des parois
PM9	3.50 m	Objectif atteint
PM10	3.40 m	Arrêt sur effondrement des parois

Conformément à notre devis, les sondages de reconnaissance ont été sommairement rebouchés par les produits extraits.

3.2. IMPLANTATION ET CALAGE ALTIMÉTRIQUE

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

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

3.3. ORGANISATION DES ANNEXES

Nous présentons en annexes de ce rapport :

- Annexe 1 : l'implantation des sondages sur vue aérienne,
- Annexe 2 : coupes lithologiques des sondages à la pelle mécanique,
- Annexe 5 : rappel de la classification des missions géotechniques.

4. RÉSULTATS DES INVESTIGATIONS ET INTERPRÉTATION - MISSIONS G5

4.1. LITHOLOGIE ET CARACTÉRISTIQUES GÉOTECHNIQUES

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

- Présence en tête, d'une **couche C0.1 de terre végétale**, décrite en **limon sableux marron à graves, cailloux, morceaux de briques et radicelles**, reconnue comme suit :

Sondage	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5
Profondeur du toit (m)	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Profondeur du mur (m)	0.15	-	0.20	0.10	0.20
Épaisseur (m)	0.15	-	0.20	0.10	0.20
Sondage	PM6	PM7	PM8	PM9	PM10
Profondeur du toit (m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Profondeur du mur (m)	0.10	0.30	0.20	0.20	0.20
Épaisseur (m)	0.10	0.30	0.20	0.20	0.20

- Suivie d'une **couche C0.2 de remblais à déchets divers**, décrite en **détritus plastiques, graves, tuiles, blocs béton, morceaux de briques, polystyrène, ferraille, verre, parpaings, enrobé noir dans matrice limono-sableuse marron**, reconnue comme suit :

Sondage	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5
Profondeur du toit (m)	0.15	0.00	0.20	0.10	0.20
Profondeur du mur (m)	>3.30	>3.80	>3.90	2.00	>3.40
Épaisseur (m)	>3.15	>3.80	>3.70	1.90	>3.20
Sondage	PM6	PM7	PM8	PM9	PM10
Profondeur du toit (m)	0.10	0.30	0.20	0.20	0.20
Profondeur du mur (m)	>3.30	>2.00	1.50	>3.50	>3.40
Épaisseur (m)	>3.20	>1.70	1.30	>3.50	>3.40

- Suivie d'une **couche C1 d'alluvions ancienne du Quaternaire**, décrite **grave sablo-argileuse ocre**, et reconnue comme suit :

Sondage	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5
Profondeur du toit (m)	-	-	-	2.00	-
Profondeur du mur (m)	-	-	-	>2.80	-
Épaisseur (m)	-	-	-	>0.80	-
Sondage	PM6	PM7	PM8	PM9	PM10
Profondeur du toit (m)	-	-	1.50	-	-
Profondeur du mur (m)	-	-	>3.00	-	-
Épaisseur (m)	-	-	>1.50	-	-

4.2. SYNTHÈSE DES RESULTATS

Il vient les observations suivantes :

- les sondages PM4, PM7 et PM8 ont été réalisés sur la limite Sud de la zone de remblais, on y observe une transition des remblais avec le terrain naturel de graves argilo-sableuse marron, reconnue avec une pente d'environ 45°,
- sur le reste de la parcelle les remblais présentent une épaisseur supérieure à 3.90m.



Extension et limite des remblais



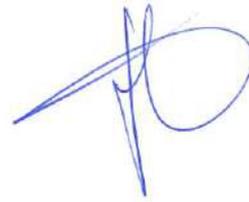
Transition remblais sur terrain naturel (grave argilo-sableuse marron)

Notre mission se termine à la remise du présent rapport qui constitue un ensemble indissociable.
Nous restons à la disposition de la **MAIRIE DE SAINT NAZAIRE D'AUDE** et de tous les intervenants
pour tout renseignement complémentaire.

Dressé par les ingénieurs soussignés :

Sylvain LEFAUCHEUX
en charge de l'opération

Georges DE CARVALHO
en charge du contrôle interne (DR)



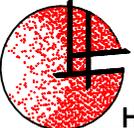
ANNEXES



ANNEXE 1

PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES





HYDROGEOTECHNIQUE SUD OUEST
Tel: 04.68.40.91.36 - Fax:04.68.46.55.14

Mairie
Estimation de l'étendue d'une zone de remblais
ST NAZAIRE D'AUDE (11)

Plan d'implantation des sondages

Echelle : non spécifiée

Dossier C.21.41.171

ANNEXE 2

COUPES LITHOLOGIQUES DES SONDAGES A LA PELLE MECANIQUE





Prof. (m)	Lithologie	Outil	Niveau d'eau	Difficulté des terrassements	Tenue des parois de fouilles
0,15 m	0 Limon sableux marron à cailloux et radicelles	Godet 45cm 3 dents	Pas d'eau	Facile	Bonne
0,35 m	Cailloux à matrice silteuse marron, concassé et enrobé noir			Facile	Moyenne
1 2 3 3,30 m	Déchets divers dans une matrice limono-sableuse marron (détritus plastiques, graves, tuiles, blocs béton, morceaux de briques, polystyrène, ferraille, verre, parpaings, enrobé noir, etc ...)			Moyen à difficile	Médiocre Arrêt sur éboulement des parois

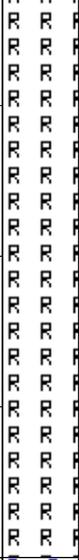
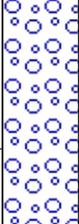


Prof. (m)	Lithologie	Outil	Niveau d'eau	Difficulté des terrassements	Tenue des parois de fouilles
0 0,40 m	Limon sableux marron à galets, cailloux, morceaux de briques et polystyrène	Godet 60cm 4 dents	Pas d'eau	Facile	Bonne
1 2 3 3,80 m	Déchets divers dans une matrice limono-sableuse marron (détritiques plastiques, grèves, tuiles, blocs béton, morceaux de briques, polystyrène, ferraille, verre, parpaings, enrobé noir, etc ...)			Moyen à difficile	Médiocre



Prof. (m)	Lithologie	Outil	Niveau d'eau	Difficulté des terrassements	Tenue des parois de fouilles
0 0,20 m	Limons sableux marron à cailloux et radicelles	Godet 60cm 4 dents	Pas d'eau	Facile	Bonne
1 2 3 3,90 m	Déchets divers dans une matrice limono-sableuse marron (débris plastiques, graviers, tuiles, blocs de béton, morceaux de briques, polystyrène, ferraille, verre, parpaings, enrobé noir, etc ...)			Moyen à difficile	Médiocre



Prof. (m)	Lithologie	Outil	Niveau d'eau	Difficulté des terrassements	Tenue des parois de fouilles
0,10 m	 <p>Limons sableux marron à cailloux et radicelles</p>	Godet 60cm 4 dents	Pas d'eau	Facile	Bonne
1	 <p>Déchets divers dans une matrice limono-sableuse marron (débris plastiques, graviers, tuiles, blocs béton, morceaux de briques, polystyrène, ferraille, verre, parpaings, enrobé noir, etc ...)</p> <p>On observe dans la direction Nord-Sud un pendage d'environ 45° séparant les déchets du sol en place.</p>			Moyen à difficile	Médiocre
2,00 m	 <p>Grave sablo-argileuse ocre</p>			Facile	Très mauvaise Arrêt sur effondrement des parois
2,80 m					



Prof. (m)	Lithologie	Outil	Niveau d'eau	Difficulté des terrassements	Tenue des parois de fouilles
0 0,20 m	Limon sableux marron à cailloux, graves, mocreaux de briques et radicelles	Godet 60cm 4 dents	Pas d'eau	Facile	Bonne
1 2 3	Déchets diverses dans une matrice limono-sableuse marron (détritus plastiques, graves, tuiles, blocs béton, morceaux de briques, polystyrène, ferraille, verre, parpaings, enrobé noir, etc ...)			Moyen à difficile	Médiocre



Prof. (m)	Lithologie	Outil	Niveau d'eau	Difficulté des terrassements	Tenue des parois de fouilles
0,10	Limons sableux marron à cailloux, graves, mureaux de briques et radicelles	Godet 60cm 4 dents	Pas d'eau	Facile	Bonne
1	Déchets divers dans une matrice limono-sableuse marron (débris plastiques, graves, tuiles, blocs béton, morceaux de briques, polystyrène, ferraille, verre, parpaings, enrobé noir, etc ...)			Moyen à difficile	Médiocre Arrêt sur effondrement des parois
2					
3					

 HYDROGÉOTECHNIQUE <small>LABORATOIRES REGIONAUX DE RECONNAISSANCE ET D'INGÉNIERIE DE L'EAU, DES SOLS, DES FONDATIONS ET DE L'ENVIRONNEMENT</small>	MAIRIE Estimation de l'étendue d'une zone de remblais SAINT NAZAIRE D'AUDE (11)	Contrat C.21.41.171
	Date début : 07/07/2021	Profondeur : 0,00 - 2,00 m

1/25

Forage : PM7

EXGTE 3.23/GTE

Prof. (m)	Lithologie	Outil	Niveau d'eau	Difficulté des terrassements	Tenue des parois de fouilles
0	 Graves sablo-argileuses marron à radicelles	Godet 60cm 4 dents	Pas d'eau	Facile	Bonne
0,30 m				 Déchets divers dans une matrice limono-sableuse marron (détritus plastiques, graves, tuiles, blocs béton, morceaux de briques, polystyrène, ferraille, verre, parpaings, enrobé noir, etc ...) On observe dans la direction Nord-Sud un pendage d'environ 45° séparant les déchets du sol en place.	Moyen à difficile
2,00 m					

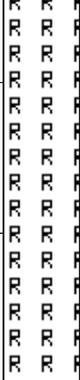
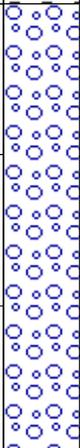
Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

 HYDROGÉOTECHNIQUE <small>LABORATOIRES REGIONAUX DE RECONNAISSANCE ET D'INGÉNIERIE DE L'EAU, DES SOLS, DES FONDATIONS ET DE L'ENVIRONNEMENT</small>	MAIRIE Estimation de l'étendue d'une zone de remblais SAINT NAZAIRE D'AUDE (11)	Contrat C.21.41.171
	Date début : 07/07/2021	Profondeur : 0,00 - 3,00 m

1/25

Forage : PM8

EXGTE 3.23/GTE

Prof. (m)	Lithologie	Outil	Niveau d'eau	Difficulté des terrassements	Tenue des parois de fouilles
0 0,20 m	 Limon sableux marron à cailloux, graves, mocreaux de briques et radicelles	Godet 60cm 4 dents	Pas d'eau	Facile	Bonne
1 1,50 m	 Déchets divers dans une matrice limono-sableuse marron (débris plastiques, graves, tuiles, blocs béton, morceaux de briques, polystyrène, ferraille, verre, parpaings, enrobé noir, etc ...) On observe dans la direction Nord-Sud un pendage d'environ 45° séparant les déchets du sol en place.			Moyen à difficile	Médiocre
2 3,00 m	 Grave argilo-sableuse marron			Facile	Médiocre

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

 HYDROGÉOTECHNIQUE <small>LABORATOIRES REGIONAUX DE RECONNAISSANCE ET D'INGÉNIERIE DE L'EAU, DES SOLS, DES FONDATIONS ET DE L'ENVIRONNEMENT</small>	MAIRIE Estimation de l'étendue d'une zone de remblais SAINT NAZAIRE D'AUDE (11)	Contrat C.21.41.171
	Date début : 07/07/2021	Profondeur : 0,00 - 3,50 m

1/25

Forage : PM9

EXGTE 3.23/GTE

Prof. (m)	Lithologie	Outil	Niveau d'eau	Difficulté des terrassements	Tenue des parois de fouilles
0 0,20 m	Limon sableux marron à cailloux, graves, mocreaux de briques et radicelles	Godet 60cm 4 dents	Pas d'eau	Facile	Bonne
1 2 3 3,50 m	Déchets divers dans une matrice limono-sableuse marron (débris plastiques, graves, tuiles, blocs béton, morceaux de briques, polystyrène, ferraille, verre, parpaings, enrobé noir, etc ...)			Moyen à difficile	Mauvaise

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

PM1 de 0.00 à 3.30m



PM2 de 0.00 à 3.80m



PM3 de 0.00 à 3.90m



PM4 de 0.00 à 2.80m



PM5 de 0.00 à 3.40m



PM6 de 0.00 à 3.30m



PM7 de 0.00 à 2.00m



PM8 de 0.00 à 3.00m



PM9 de 0.00 à 3.50m



PM10 de 0.00 à 3.40m



ANNEXE 3

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

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,
- Dournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisnants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques.

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 avoisnants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

Phase DCE / ACT

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

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



ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G4, distinctes et simultanées)**→ ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXÉCUTION (G3)**

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

Elle comprend deux phases interactives :

Phase Étude

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

Phase Suivi

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

→ SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXÉCUTION (G4)

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

Phase Supervision de l'étude d'exécution :

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

Phase Supervision du suivi d'exécution :

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

DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

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

- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'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 NF P 94-500 - Novembre 2013)

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

HYDROGÉOTECHNIQUE



HYDROGÉOTECHNIQUE

Spécialistes en études de sol,
chaussée et environnement.



MAIRIE DE SAINT NAZAIRE D'AUDE
210 Av. de la République
11120 Saint-Nazaire-d'Aude



RAPPORT D'ÉTUDE GÉOTECHNIQUE

PROJET D'URBANISATION

Étude géotechnique d'une solution de fondation profonde (G1+G2AVP)
SAINT-NAZAIRE-D'AUDE (11)

DOSSIER N°	INDICE	DATE	RÉDACTEUR	CONTRÔLEUR	SUPERVISEUR	OBSERVATIONS / MODIFICATIONS
C.21.41.285	A	26/01/2022	Marianne ORMECHE	Georges DE CARVALHO	Georges DE CARVALHO	Diffusion initiale

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION	3
1.1. MISSIONS	3
1.2. RÉFÉRENTIELS	4
1.3. DOCUMENTS FOURNIS	5
1.4. DESCRIPTION DU PROJET AU STADE DE NOTRE MISSION	5
1.5. ANALYSES D'ÉTUDES GÉOTECHNIQUES EXISTANTES	6
2. ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉLIMINAIRE DE SITE : MISSION G1 – PHASE ES	7
2.1. CONTEXTES SITOLOGIQUE ET HISTORIQUE	7
2.2. CONTEXTE GÉOLOGIQUE	8
2.3. CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE	8
2.4. RISQUES NATURELS	9
2.5. RISQUE MINIER	11
2.6. SISMICITÉ	11
2.7. BASE DE DONNÉES DES ANCIENS SITES INDUSTRIELS ET ACTIVITÉS DE SERVICE	12
2.8. PROGRAMME SPÉCIFIQUE	13
2.9. IMPLANTATION ET CALAGE ALTIMÉTRIQUE	13
3. RÉSULTATS DES INVESTIGATIONS ET INTERPRÉTATION MISSION G1-PGC et G2-AVP	14
3.1. LITHOLOGIE ET CARACTÉRISTIQUES GÉOTECHNIQUES	14
3.2. HYDROGÉOLOGIE	15
4. CONDITIONS SISMIQUES	16
5. SYNTHÈSE DES DONNÉES DE SOL ET ALÉAS GÉOTECHNIQUES – MISSION G1/G2-AVP	17
5.1. SYNTHÈSE DES DONNÉES GÉOTECHNIQUES	17
5.2. ALÉAS	17
6. PRINCIPES GÉNÉRAUX DE FONDATION – MISSION G2-AVP	19
7. ÉBAUCHE DIMENSIONNELLE DES FONDATIONS PROFONDES PAR MICROPIEUX - MISSION G2-AVP	20
7.1. PRINCIPES	20
7.2. NIVEAU D'ASSISE	21
7.3. CAPACITÉ PORTANTE	21
7.4. SUJÉTIONS d'EXÉCUTION	23
8. POINTS À ÉTUDIER PARTICULIÈREMENT AU STADE G2 PHASE PRO	24
ANNEXES	25
ANNEXE 1 PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES	26
ANNEXE 2 PROFILS PRESSIOMÉTRIQUES	28
ANNEXE 3 MISSIONS GÉOTECHNIQUES	32

1. INTRODUCTION

1.1. MISSIONS

À la demande et pour le compte de la mairie de SAINT NAZAIRE D'AUDE l'agence LANGUEDOC-ROUSSILLON du Bureau d'Etudes HYDROGÉOTECHNIQUE SUD-OUEST a procédé à l'exécution des sondages, essais et études géotechniques préalables à la réalisation du projet situé sur la **commune de SAINT NAZAIRE D'AUDE (11)**.

Cette étude s'inscrit dans le cadre de la norme NF P 94-500 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 **des missions G1 et G2 AVP** de l'Union Syndicale Géotechnique. Vous trouverez en annexe la classification, le contenu et le schéma d'enchaînement de ces missions.

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

Ce rapport a été rédigé par **Marianne ORMECHE, Ingénieure Civil Géotechnicienne**, et vérifié et approuvé par **Georges DE CARVALHO, Ingénieur Géologue – Géotechnicien Senior, DESS de Géologie Appliquée**.

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 des bâtiments,
 - La nature et les épaisseurs des matériaux constitutifs de la plateforme et des voiries,
- La justification de quelques ébauches dimensionnelles des ouvrages principaux suivant les règles, normes AFNOR ou fascicules,
- L'examen de quelques exemples types de fondation en précisant les encastremements et les portances.

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

Limites de cette étude :

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

La présence notamment de risque d'amiante anthropique dans les remblais n'a pas été étudiée.

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

1.2. RÉFÉRENTIELS

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

- Eurocodes 1 – NF EN 1991-1 (mars 2003),
- Eurocodes 7 – NF EN 1997-1 (juin 2005) et NF EN 1997-2 (septembre 2007),
- Eurocodes 8 – NF EN 1998-5 (septembre 2005),
- NF P 94-262 – Calcul géotechnique – Fondations profondes (juillet 2012),
- NF P P4-262 A1 – Calcul géotechnique – Fondations profondes Amendement 1 (juillet 2018)
- DTU 20.1 : ouvrages en maçonneries de petits éléments : parois et murs (octobre 1994),
- Guide technique pour les remblais et les couches de forme (septembre 1992),
- Normes relatives aux essais in situ et essais en laboratoire.

1.3. DOCUMENTS FOURNIS

Pour mener à bien notre mission, il nous été fourni par le Maître d'Œuvre un plan du projet sous format PDF intitulé « Révision du plan local d'urbanisme de Saint-Nazaire d'Aude – Orientation d'Aménagement et de Programmation » à l'échelle 1/500^{ème}.

1.4. DESCRIPTION DU PROJET AU STADE DE NOTRE MISSION

Le projet concerne l'urbanisation de la parcelle AX-042 sur la commune de SAINT-NAZAIRE D'AUDE (11).

À ce stade, les informations connues sur le projet correspondent à :

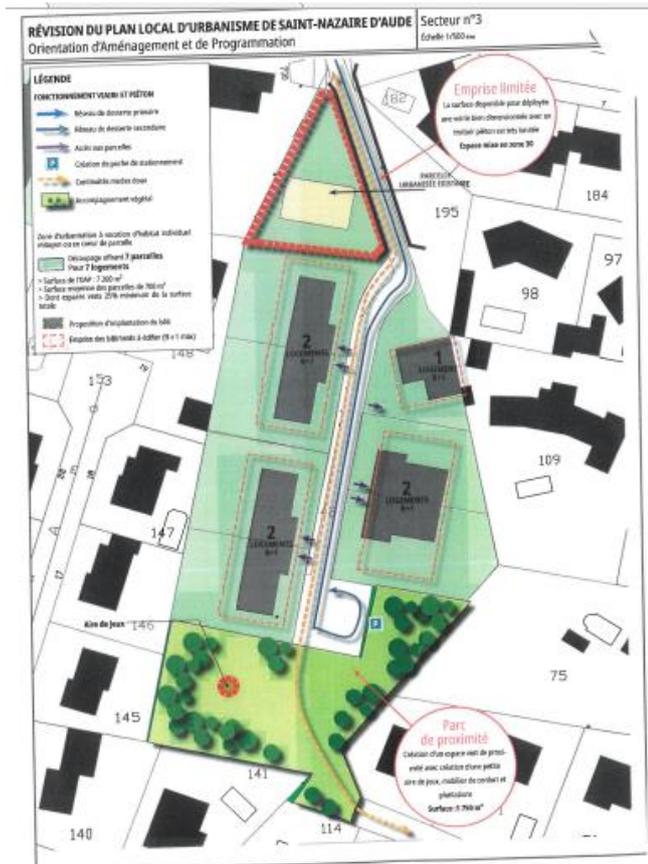
- L'aménagement d'un lotissement de 7 200 m², comprenant :
 - 7 parcelles d'environ 700 m² chacune, pour 7 logements de type R+1 maximum,
 - un espace vert de proximité d'environ 1 750 m², comprenant une petite aire de jeux, du mobilier de confort et des plantations,
 - une voirie desservant le lotissement,
 - un parking.
- Le lotissement sera aménagé à proximité d'un lotissement existant.

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.

Le plan suivant présente les travaux projetés :



Plan du projet

1.5. ANALYSES D'ÉTUDES GÉOTECHNIQUES EXISTANTES

Une étude d'estimation de l'étendue de la zone de remblais sur la parcelle cadastrée AX-042 sur la commune de SAINT NAZAIRE D'AUDE (11) a été menée par notre BE (dossier C.21.41.171) en juillet 2021, concluant que l'épaisseur de remblais sur la parcelle est localement supérieure à 3,90 m.

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

Cette étude a été réalisée en date du 26 janvier 2021. 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 vos conclusions.

Le site a fait objet d'une exploitation en granulats puis a été remblayé par des débris et déchets divers +/- évolutifs.

Une étude environnementale est en cours pour préciser les caractéristiques des dépôts et contraintes sanitaires. Elle fera l'objet d'un rapport spécifique par le BE GÉAUPOLE.

Nous considérons dans cette étude que les dépôts sont laissés en place.

2. ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉLIMINAIRE DE SITE : MISSION G1 – PHASE ES

2.1. CONTEXTES SITOLOGIQUE ET HISTORIQUE

Le site se trouve sur la commune de **SAINT-NAZAIRE D'AUDE (11)**, parcelle AX-042. Il s'agit d'une parcelle plane avec une herbeuse peu dense, composée de remblais à déchets divers sur une épaisseur supérieure à 3.90 m. la parcelle est mitoyenne de parcelles construites et arborées.

Les extraits de la carte IGN et des parcelles cadastrales ci-dessous permettent de localiser le site :



Extrait des parcelles cadastrales

Zone d'étude



Extrait de la carte IGN

Les photographies ci-après permettent d'illustrer le site :

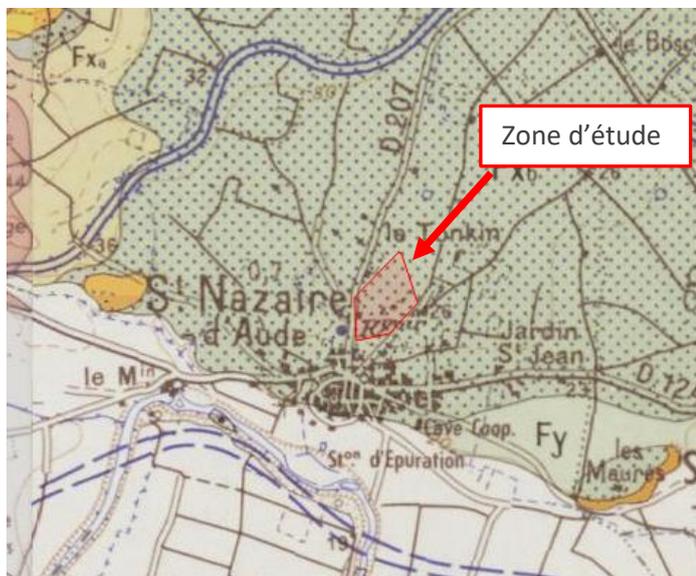


Vues du site

2.2. CONTEXTE GÉOLOGIQUE

La carte géologique (éditions du BRGM) au 1/50 000^{ème} de BEZIERS montre que la zone d'étude se situe au niveau des formations suivantes, sous les remblais / formations de surface et d'altération non mentionnées par le document :

- Alluvions anciennes du Quaternaire moyen (**Riss**), notés **Fxb**, et décrits en alluvions sablo-graveleuses.,



Extrait de la carte géologique de BEZIERS au 1/50 000^{ème} du BRGM

2.3. CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE

Dans ce contexte, on peut s'attendre à des arrivées d'eau :

- parasites dans les couches superficielles et dans les remblais,
- dans les couches meubles à la faveur de l'infiltration du ruissellement superficiel,
- dans les alluvions en relation avec le niveau de l'Aude.

2.4. RISQUES NATURELS

Selon le portail de prévention des risques majeurs du Ministère de la Transition Écologique et Solidaire, les arrêtés de catastrophes naturelles pris sur la commune sont les suivants :

Inondations, coulées de boue et effets exceptionnels dus aux précipitations : 1

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le Journal Officiel du
11PREF19920358	22/01/1992	25/01/1992	15/07/1992	24/09/1992

Inondations et chocs mécaniques liés à l'action des vagues : 1

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le Journal Officiel du
11PREF20090359	24/01/2009	27/01/2009	28/01/2009	29/01/2009

Inondations et coulées de boue : 10

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le Journal Officiel du
11PREF20190167	22/10/2019	23/10/2019	30/10/2019	31/10/2019
11PREF20180239	14/10/2018	15/10/2018	17/10/2018	18/10/2018
11PREF20150045	29/11/2014	01/12/2014	17/02/2015	19/02/2015
11PREF20080136	29/01/2006	30/01/2006	16/06/2006	14/07/2006
11PREF20060055	15/11/2005	15/11/2005	16/02/2006	28/02/2006
11PREF19990199	12/11/1999	14/11/1999	17/11/1999	18/11/1999
11PREF19970183	06/12/1996	12/12/1996	21/01/1997	05/02/1997
11PREF19980036	28/01/1996	29/01/1996	17/06/1996	09/07/1996
11PREF19950025	18/10/1994	19/10/1994	03/03/1995	17/03/1995
11PREF19920678	26/09/1992	27/09/1992	12/10/1992	13/10/1992

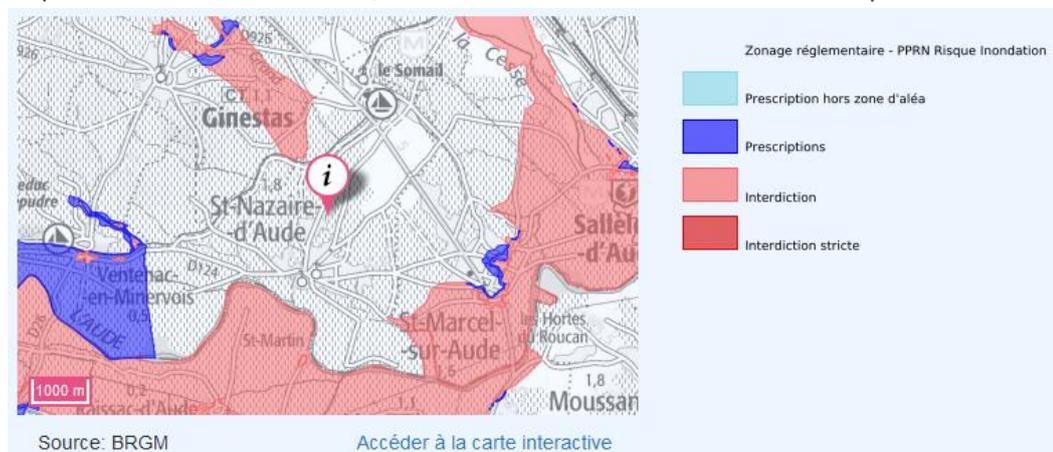
Tempête : 1

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le Journal Officiel du
11PREF19820359	06/11/1982	10/11/1982	18/11/1982	19/11/1982

Arrêtés portant reconnaissance de catastrophes naturelles sur la commune

2.4.1. RISQUE INONDATIONS

Située dans le bassin versant de l'Aude la commune de SAINT-NAZAIRE D'AUDE (11) est concernée par des risques d'inondation par submersion marine et par débordement de l'Aude, mais d'après la carte disponible sur le site du BRGM, le site d'étude est situé hors zone de risque.



Extrait carte Zonages PPR inondation du BRGM

2.4.2. LES PHÉNOMÈNES DE RETRAIT/GONFLEMENT DES SOLS ARGILEUX

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



Extrait carte Retrait-gonflements des sols argileux du BRGM

2.4.3. BASE DE DONNÉES DES CAVITÉS SOUTERRAINES

Aucune cavité souterraine n'a été recensée par le BRGM au droit de la zone d'étude.

2.4.4. RISQUE DE GLISSEMENT DE TERRAIN

La zone d'étude ne se situe pas en zone de glissement de terrain.

2.4.5. PPR – CARTES ZERMOS

Le PPRN suivant est en application sur la commune :

PPRN	Aléa	Prescrit le	Approuvé le
11DDTM19490045 - PSS sur la commune Saint-Nazaire-d'Aude	Inondation	20/10/1937	02/12/1949

2.4.6. RISQUE RADON

D'après le site www.irsn.fr, la commune de SAINT-NAZAIRE D'AUDE présente un potentiel de présence de radon de catégorie 1 :

Les communes à potentiel radon de catégorie 1 sont celles localisées sur les formations géologiques présentant les teneurs en uranium les plus faibles. Ces formations correspondent notamment aux formations calcaires, sableuses et argileuses constitutives des grands bassins sédimentaires (bassin parisien, bassin aquitain) et à des formations volcaniques basaltiques (Massif Central, Polynésie Française, Antilles...).

Sur ces formations, une grande majorité de bâtiments présente des concentrations en radon faibles. Les résultats de la **campagne nationale de mesure** en France métropolitaine montrent ainsi que seulement 20% des bâtiments dépassent 100 Bq. m⁻³ et moins de 2% dépassent 400 Bq. m⁻³.

2.5. RISQUE MINIER

La zone d'étude ne se situe pas en zone de risque minier. (www.mineralinfo.fr)

2.6. 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 2.

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

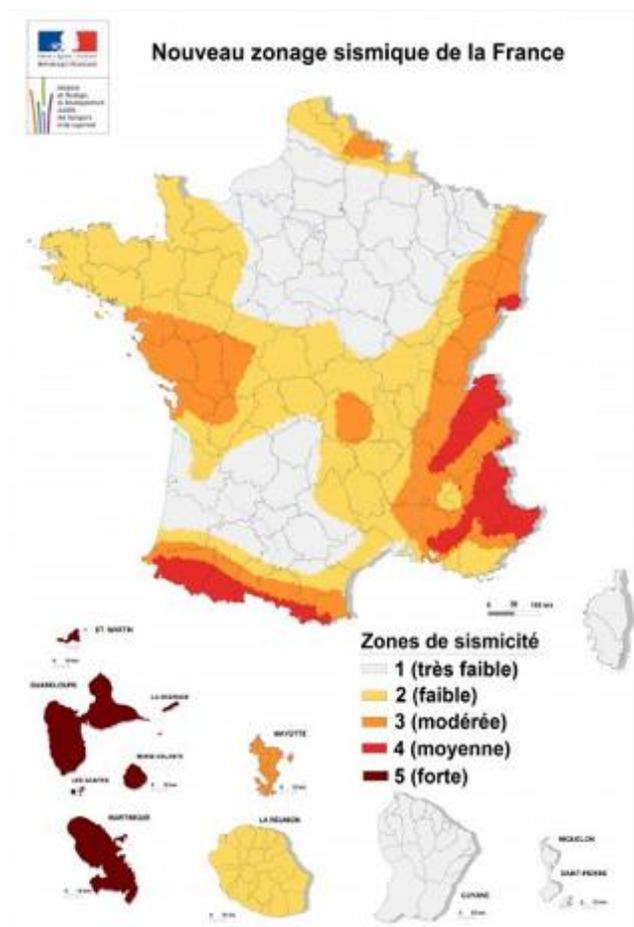
CATÉGORIE D'IMPORTANCE	COEFFICIENT D'IMPORTANCE γ_1
I	0,8
II	1
III	1.2
IV	1.4

Ici, on retiendra $\gamma_1 = 1$.

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

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

Dans le cadre de cette étude $a_{gr} = 0,7m/s^2$.



Carte de zonage sismique de la France

L'accélération horizontale de calcul est déterminée à partir d'un sol référence de classe A rocheux. Elle est égale au produit de l'accélération a_{gr} par le coefficient d'importance γ_1 .

On retiendra donc :

$$a_g = a_{gr} \times \gamma_1 = 0,7 \times 1 = 0,7 \text{ m/s}^2.$$

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

Aucun ancien site industriel n'a été recensé par le BRGM au droit de la zone d'étude.

2.8. PROGRAMME SPÉCIFIQUE

Afin de répondre aux problèmes posés, nous avons mis en œuvre les investigations suivantes :

- **la vacation d'un géologue géotechnicien** pour effectuer une visite sur site avec relevé géomorphologique,
- **3 forages de reconnaissance géologique** de type destructif, descendus aux profondeurs décrites dans le tableau ci-après, en diamètre 64mm, les outils étant adaptés aux types de terrains. Ces forages seront tubés à l'avancement en fonction des nécessités.

Sondage	Profondeur (m)
SP1	13,00
SP2	11,00
SP3	5,00

- **Dans ces forages, 21 essais pressiométriques**, suivant la Norme NFP 94-110-1, suivant une maille de principe de 1.00 m sur SP1 et 1.50 m sur SP2 et SP3, adaptée à la lithologie rencontrée, permettant la mesure, par un essai de chargement in situ :
 - du module de compressibilité : Em
 - de la pression de fluage : pf
 - de la pression de rupture : pl
 - qui permet celle de la pression limite nette : pl*.
- **L'enregistrement des paramètres de forage**, à l'avancement avec un appareil de type EXPLOFOR ou LUTZ, Cet appareil permet de mesurer :
 - la vitesse instantanée d'avancement (VIA),
 - la pression sur l'outil (PO),
 - le couple de rotation (CR).

Les sondages pressiométriques ont été réalisés à l'aide d'une sondeuse de type HYDROFORE 750.

2.9. IMPLANTATION ET CALAGE ALTIMÉTRIQUE

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

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

3. RÉSULTATS DES INVESTIGATIONS ET INTERPRÉTATION MISSION G1-PGC ET G2-AVP

3.1. LITHOLOGIE ET CARACTÉRISTIQUES GÉOTECHNIQUES

L'analyse des coupes lithologiques des différents sondages permet de schématiser la lithologie de la manière suivante, reprise sur le profil géotechnique présenté en annexe 2 :

Description par couche :

- Présence en tête, d'une couche de **terre végétale (couche C0.1)**, décrite en tant **limon brun à cailloux, galets et radicelles**, et reconnue comme suit :

Sondage	SP1	SP2	SP3
Profondeur du toit (m)	0,00	0,00	0,00
Profondeur du mur (m)	0,40	0,40	0,40
Épaisseur (m)	0,40	0,40	0,40

Essais in situ :

Couche non testée au pressiomètre

Remarques :

- Sol humifère dont la charge en racines est variable à l'échelle du site,
 - Sol sensible aux variations hydriques, dont la portance est susceptible de chuter avec l'augmentation de la teneur en eau.
- Suivie d'une couche de **remblais (couche C0.2)**, décrite en tant **débris divers dans une matrice limono-sableuse marron-gris à cailloux et galets**, et reconnue comme suit :

Sondage	SP1	SP2	SP3
Profondeur du toit (m)	0,40	0,40	-
Profondeur du mur (m)	4,20	4,75	-
Épaisseur (m)	3,80	4,35	-

Essais in situ :

Couche de compacité faible au pressiomètre avec :

$$0,1 \leq E_m \text{ (MPa)} \leq 10,7$$

$$-0,3 \leq p_l^* \text{ (MPa)} \leq 1,0$$

On se réfèrera au rapport C.21.41.171 du 20/07/2021 et au rapport environnemental pour la description et la caractérisation de la couche X0.2 de déchets et débris divers.

- Suivie d'une couche correspondant aux **alluvions (couche C1.1)**, décrite en tant **sable argileux à graviers et galets**, et reconnue comme suit :

Sondage	SP1	SP2	SP3
Profondeur du toit (m)	4,20	4,75	0,40
Profondeur du mur (m)	6,70	8,10	4,75
Épaisseur (m)	2,50	3,35	4,35

Essais in situ :

Couche moyennement compacte au pressiomètre avec :

$$2,7 \leq E_m \text{ (MPa)} \leq 44,9$$

$$0,39 \leq p_l^* \text{ (MPa)} \leq 3,46$$

- Suivie d'une couche correspondant aux **alluvions (couche C1.2)**, décrite en tant **sable graveleux légèrement argileux**, et reconnue comme suit :

Sondage	SP1	SP2	SP3
Profondeur du toit (m)	6,70	8,10	4,75
Profondeur du mur (m)	$\geq 11,00$	$\geq 13,00$	$\geq 5,00$
Épaisseur (m)	$\geq 4,30$	$\geq 4,90$	$\geq 0,25$

Essais in situ :

Couche compacte au pressiomètre avec :

$$19,2 \leq E_m \text{ (MPa)} \leq 98,0$$

$$2,87 \leq p_l^* \text{ (MPa)} > 5,00$$

3.2. HYDROGÉOLOGIE

Nos sondages des 24 et 25 novembre 2021 ayant été réalisés à l'eau masquent les arrivées d'eau potentielles. Toutefois, lors de nos sondages en juillet 2021 aucune arrivée d'eau n'a été repérée. Nous pouvons donc nous attendre à des arrivées d'eau parasites dans les couches superficielles et dans les remblais en périodes pluvieuses.

On notera, par ailleurs :

- des circulations d'eau fortement conditionnées par la météorologie.

On retiendra donc de ce site :

- l'existence de circulations erratiques et intermittentes à différentes profondeurs au sein de toutes les couches, fortement conditionnées par la météorologie,
- la formation possible, en périodes pluvieuses, de poches de stagnation localisées dans les remblais, et éventuellement dans les poches blocailluses.

4. CONDITIONS SISMIQUES

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

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

Tableau 3.1 de la norme NF EN 1998-1

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

5.1. SYNTHÈSE DES DONNÉES GÉOTECHNIQUES

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

Lithologie		Terre végétale	Remblais	Alluvions	
Description		limon brun à cailloux, galets et radicelles	débris divers dans une matrice limono-sableuse marron-gris à cailloux et galets	sable argileux à graviers et galets	sable graveleux légèrement argileux
N° couche		C0.1	C0.2	C1.1	C1.2
Limites des couches (m)	SP1	0,00 – 0,40	0,40 – 4,20	4,20 – 6,70	6,70 – 11,00
	SP2	0,00 – 0,40	0,40 – 4,75	4,75 – 8,10	8,10 – 13,00
	SP3	0,00 – 0,40	-	0,40 – 4,75	4,75 – 5,00
Hydrogéologie		Aucune arrivée d'eau n'a été décelée			
Compacité		-	faible	moyenne	élevée

5.2. ALÉAS

Les aléas géotechniques sont en relation entre autres, avec :

5.2.1. LA GÉOLOGIE

Les aléas sont liés :

- aux variations d'épaisseur des différentes couches et notamment des remblais qui peuvent localement être plus épais entre les sondages,
- aux variations latérales de faciès au sein des alluvions, pouvant entraîner l'apparition de lentilles de nature variable au sein des couches C1. Il est possible que des sols de nature localement différente de celle retrouvée en sondages apparaissent localement lors des travaux de terrassement,
- aux importantes et fréquentes variations latérales de faciès au sein des alluvions entraînant :
 - des variations d'épaisseur des deux principales couches alluviales (couches C1),
 - des irrégularités importantes du toit des graves,
 - des variations de nature et de granulométrie par lentilles au sein d'une même couche (sables, limons,...),
- à l'hétérogénéité des faciès pouvant générer des hors profils lors des terrassements.

5.2.2. LA NATURE DES MATÉRIAUX

Les aléas sont liés à :

- la présence de matériaux de nature hétérogène au sein des remblais,
- la présence possible de vestiges au sein des remblais non mis en évidence lors de la réalisation des sondages,
- la sensibilité au remaniement mécanique à l'exécution,
- la présence de gros éléments,
- la sensibilité des sols argileux aux phénomènes de retrait / gonflement sous l'action des variations hydriques saisonnières,
- des matériaux de la couche C0.2 potentiellement pollués, et pouvant nécessiter une étude spécifique.

5.2.3. L'HYDROGÉOLOGIE

Les aléas sont liés :

- à des arrivées d'eau parasites en périodes pluvieuses dans les remblais, et à la formation possible de poches de stagnation.

5.2.4. L'ENVIRONNEMENT ET L'HISTORIQUE DU SITE

Les aléas sont liés :

- à la présence de remblais hétérogènes sur des épaisseurs variables,
- à l'impact potentiel de nos sondages.

La couche C0.2 de remblais débris et déchets divers fait l'objet d'une étude environnementale spécifique pour définir les risques et dispositions sanitaires à mettre en œuvre.

6. PRINCIPES GÉNÉRAUX DE FONDATION

– MISSION G2-AVP

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

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

Compte tenu de la présence de remblais hétérogènes sur une épaisseur d'environ 4,00 m sur quasiment la totalité de la parcelle, nous conseillons d'aller chercher un **niveau d'ancrage par fondations profondes au niveau des couches d'alluvions compactes, au-delà de 6,00 m de profondeur.**

Les micropieux pourront être de type II ou de type III injectés IGU, armés de tubes pétroliers. Ils auront un diamètre d'au moins 160 mm.

On prévoira un double tube métallique au droit de l'épaisseur de remblais (tube de forage perdu et armature du micropieux). L'ensemble des ouvrages sera porté par les fondations ancrées dans les sols granulaires en place et on acceptera une déformation des terrains avoisinantes disposés au-dessus de la couche de déchets.

Afin d'atténuer l'importance des terrassements des déchets nous conseillons avant commencement des travaux de fondation par micropieux de prévoir un compactage intense de la couche de déchets. Suivant les prescriptions de l'étude environnementale celle-ci sera recouverte d'une structure géosynthétique puis d'une couche de terre végétale.

Les voiries et réseaux nécessiteront un purge de l'épaisseur des remblais et le remblaiement avec un matériau calibré granulaire insensible à l'eau mis en œuvre sur géotextile remontant sur le bords et correctement compacté avec une réception par couche à $EV_2 \geq 50$ MPa.

Les planchés seront nécessairement portés.

Nous développons au chapitre 7 ci-après les principes de réalisation des micropieux ainsi qu'une ébauche dimensionnelle.

7. ÉBAUCHE DIMENSIONNELLE DES FONDATIONS PROFONDES PAR MICROPIEUX - MISSION G2-AVP

7.1. PRINCIPES

Les fondations profondes seront ancrées au sein des alluvions en place, couches C1.1/C1.2.

Les micropieux pourront être de type III, PIGU, MIGU (classe 8; catégorie 19). Le diamètre des micropieux est par définition inférieur à 300 mm. Nous conseillons un diamètre >160mm, avec un double tubage au droit des remblais C0.2.

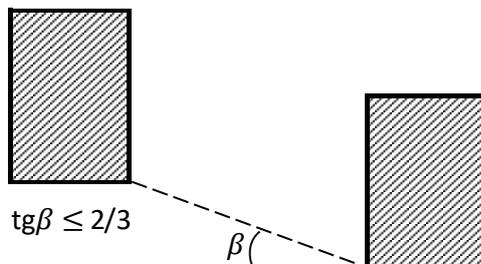
Classe	Catégorie	Technique de mise en œuvre	Abréviation	Norme de référence
1	1	Foré simple (pieux et barrettes)	FS	
	2	Foré boue (pieux et barrettes)	FB	
	3	Foré tubé (virole perdue)	FTP	NF EN 1536
	4	Foré tubé (virole récupérée)	FTR	
	5	Foré simple ou boue avec rainurage ou puits	FSR, FBR, PU	
2	6	Foré tarière creuse simple rotation ou double rotation	FTC, FTCD	NF EN 1536
3	7	Vissé moulé	VM	NF EN 12699
	8	Vissé tubé	VT	
4	9	Battu béton préfabriqué ou précontraint	BPF, BPR	NF EN 12699
	10	Battu enrobé (béton – mortier – coulis)	BE	
	11	Battu moulé	BM	
	12	Battu acier fermé	BAF	
5	13	Battu acier ouvert	BAO	NF EN 12699
6	14	Profilé H battu	HB	NF EN 12699
	15	Profilé H battu injecté	HBi	
7	16	Palplanches battues	PP	NF EN 12699
1 bis	17	Micropieu type I	M1	NF EN 1536/14199/12699
	18	Micropieu type II	M2	
8	19	Pieu ou micropieu injecté mode IGU (type III)	PIGU, MIGU	
	20	Pieu ou micropieu injecté mode IRS (type IV)	PIRS, MIRS	

Extrait de la norme NF P 94-262

7.2. NIVEAU D'ASSISE

On veillera à :

- Assurer un ancrage dans la couche C1.2 d'alluvions compactes au-delà de 8,00 m de profondeur dans un niveau à $p_l^* > 2,4$ MPa, à valider au stade de la mission G2PRO,
- respect des règles empiriques sur les fondations à niveaux décalés,



7.3. CAPACITÉ PORTANTE

Sur la fiche technique ci-après nous donnons un exemple d'ébauche dimensionnelle en considérant :

C0	p_l^* négligé
C1.1	$p_l^* = 0,4$ MPa
C1.2	$p_l^* = 2,0$ MPa

Le sol				Paramètres fonction du type de pieu et du type de terrain						
	z (m)	pl ¹ ;k (MPa)	terrain	α _{pieu-sol}	courbe	f _{sol} [pl ¹] (kPa)	qs (kPa)	qs utilisateur (kPa)	γ _{R;d1} compression	γ _{R;d1} traction
Remblais	0	0	Marne et calcaire-marneux	2,4	O4	0	0	*	2	2
Couche C1,1	-4,5	0,4	Sols type Sables Graves	2,9	O2	24	71	*	1,4	1,7
Couche 1,2	-8	2	Sols type Sables Graves	2,9	O2	73	211	*	1,4	1,7
								*		
								*		
								*		
								*		
								*		
								*		

Pour les micropieux BE, Hbi, MIGU, PIGU, PIRS et MIRS, les valeurs proposées correspondent à une exécution stricte et soignée de l'injection correspondante. Les essais de conformité permettront de définir précisément les valeurs de frottement axial unitaire à considérer. On attire l'attention sur le fait que cette recommandation est d'autant plus importante dans les argiles et les marnes que les performances dans ces terrains sont très sensibles à toute insuffisance lors de la mise en oeuvre.

Le pieu				Catégorie		Classe	
Type de pieu	19 PIGU, MIGU - Pieu ou micropieu injecté mode IGU (type III)			19	8		
forme de l'enveloppe de la section du pieu	circulaire						
plus petite largeur ou diamètre du pieu B (m)	0,16						
	calcul	utilisateur					
Aire de la pointe Ab (m²)	négligé		*	laisser * ou mettre * si vous voulez utiliser les valeurs calculées			
Périmètre du fût Ps (m)	0,503		*	laisser * ou mettre * si vous voulez utiliser les valeurs calculées			
Hauteur de chemisage (m)	4,5						
Longueurs de pieux testées D (m)	11	12	16	18			
cote de la pointe (m)	-11	-12	-16	-18			

Effet de groupe éventuel (sur maille carrée)		
m =	*	Nombre de ligne de pieux
n =	*	Nombre de pieux par ligne
d =	*	Entraxe entre les pieux en m
B =	0,16	Diamètre des pieux en m
Cd =	*	
Ce =	1,00	

Pas d'effet de groupe considéré

remarque: respecter ancrage des pieux (3 diamètre ou 1,50m mini pour des pieux de Ø=0,5m par exemple)

Résistance de pointe					
Longueurs de pieux testées D (m)	11	12	16	18	
couche d'ancrage (Nième)	3	3	3	3	
ancrage dans la couche porteuse h (m)	3	4	8	10	
pl ¹ (MPa)	2	2	2	2	
pl ¹ utilisateur (MPa)	*	*	*	*	*
Def (m)	1,60	1,60	1,60	1,60	
Def/B	10,00	10,00	10,00	10,00	
k _{pmax}	1,1	1,1	1,1	1,1	
k _p	1,10	1,10	1,10	1,10	
q _b = k _p pl ¹ (MPa)	2,20	2,20	2,20	2,20	
γ _{R;d1} en compression	1,4	1,4	1,4	1,4	
γ _{R;d2}	1,1	1,1	1,1	1,1	
q _{b;k} = q _b / (γ _{R;d1} x γ _{R;d2}) (MPa)	1,43	1,43	1,43	1,43	
R _{b;k} = A _b q _{b;k} (kN)	0	0	0	0	

remarque, dans certains cas (frottement négatif, sols très légers, fondations hors-sol) on peut vouloir prendre en compte q₀. Ce n'est pas le cas ici.

Résistance de frottement axial en compression					
Longueurs de pieux testées D (m)	11	12	16	18	
de 0m à -4,5m q _{s;k} = 0 (chemise)	de 0m à -4,5m q _{s;k} = 0 (chemise)		de 0m à -4,5m q _{s;k} = 0 (chemise)		de 0m à -4,5m q _{s;k} = 0 (chemise)
de -4,5m à -8m q _{s;k} = 46	de -4,5m à -8m q _{s;k} = 46		de -4,5m à -8m q _{s;k} = 46		de -4,5m à -8m q _{s;k} = 46
de -8m à -11m q _{s;k} = 137	de -8m à -12m q _{s;k} = 137		de -8m à -16m q _{s;k} = 137		de -8m à -18m q _{s;k} = 137
profils des q _{s;k} = q _s / (γ _{R;d1} x γ _{R;d2}) retenus de 0 à D (avec prise en compte de l'éventuelle partie chemisée et des éventuels rabattement de q _s pour certaines catégories de pieux de grande longueur)					
Ce x R _{s;k} = Ce x Ps x Σ (h _i q _{s;i,k}) (kN)	287	356	632	769	

Résistance de frottement axial en traction					
Longueurs de pieux testées D (m)	11	12	16	18	
de 0m à -4,5m q _{s;k} = 0 (chemise)	de 0m à -4,5m q _{s;k} = 0 (chemise)		de 0m à -4,5m q _{s;k} = 0 (chemise)		de 0m à -4,5m q _{s;k} = 0 (chemise)
de -4,5m à -8m q _{s;k} = 38	de -4,5m à -8m q _{s;k} = 38		de -4,5m à -8m q _{s;k} = 38		de -4,5m à -8m q _{s;k} = 38
de -8m à -11m q _{s;k} = 113	de -8m à -12m q _{s;k} = 113		de -8m à -16m q _{s;k} = 113		de -8m à -18m q _{s;k} = 113
profils des q _{s;k} = q _s / (γ _{R;d1} x γ _{R;d2}) retenus de 0 à D (avec prise en compte de l'éventuelle partie chemisée et des éventuels rabattement de q _s pour certaines catégories de pieux de grande longueur)					
Ce x R _{s;k} = Ce x Ps x Σ (h _i q _{s;i,k}) (kN)	237	293	520	634	

Etats limite de portance et de traction (ELU) et de charge de fluage en compression et en traction (ELS)							
Longueurs de pieux testées D (m)	11	12	16	18	Etat limite		Observations :
Valeur de calcul de la portance du pieu R _{c;d} (kN)	261	324	574	699	ELU situations durables et transitoires		
Valeur de calcul de la portance du pieu R _{c;d} (kN)	287	356	632	769	ELU situations accidentelles		
Valeur de calcul de la charge de fluage de compression du pieu R _{c;cr;d} (kN)	224	277	491	598	ELS combinaisons caractéristiques		
Valeur de calcul de la charge de fluage de compression du pieu R _{c;cr;d} (kN)	183	227	402	490	ELS combinaisons quasi permanentes		
Valeur de calcul de la résistance de traction du pieu R _{t;d} (kN)	206	255	452	551	ELU situations durables et transitoires		
Valeur de calcul de la résistance de traction du pieu R _{t;d} (kN)	169	210	372	453	ELU UPL		
Valeur de calcul de la résistance de traction du pieu R _{t;d} (kN)	225	279	495	603	ELU situations accidentelles		
Valeur de calcul de la charge de fluage de traction du pieu R _{t;cr;d} (kN)	151	187	331	403	ELS combinaisons caractéristiques		
Valeur de calcul de la charge de fluage de traction du pieu R _{t;cr;d} (kN)	110	137	243	296	ELS combinaisons quasi permanentes		

Les éléments suivants, potentiellement limitatifs, ne sont pas intégrés aux valeurs de portance calculées :
 - effet de bloc,
 - flambement,
 - effets limitatifs liés à l'effet de cône en traction
 - sollicitations cycliques

7.4. SUJÉTIONS D'EXÉCUTION

Elles sont liées en autres :

- au respect de l'ancrage dans la couche C1.2,
- au tubage sur toute la hauteur des déchets avec tubage laissé en place,
- au contrôle de la quantité minimale de coulis estimé à 1.5 Vs où Vs est le volume du forage avant injection sur la hauteur injectée, et au contrôle des pressions d'injection et surtout à la notion de pression effective d'injection,
- à la mise en place à l'intérieur du forage et d'un système d'injection par tube à manchettes,
- au contrôle de la nature des coulis,
- à la mise en place de centreurs en nombre suffisant,
- **à la mise en place d'armatures dans les micropieux par tube pétrolier et à la vérification des micropieux vis à vis du flambement,**
- à la reprise des efforts horizontaux éventuels,
- aux pertes de coulis et à la mise en place de chaussette géotextile,
- à l'utilisation d'un coulis de ciment avec un C/E de 2,
- à la prise en compte des dispositions définies par l'étude environnementale,
- à la purge des débris au droit des futures voiries substituées par un remblai d'apport propre, bien calibré emballé dans un géotextile anti-contaminant par le fond et les côtés, les réseaux étant disposés dans le remblai supposé non compressible.

8. POINTS À ÉTUDIER PARTICULIÈREMENT AU STADE G2 PHASE PRO

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

- dimensionnement des fondations lorsque les charges seront connues,
- à l'étude des voiries,
- au stade de la mission G4, suivi d'exécution par un géotechnicien.

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

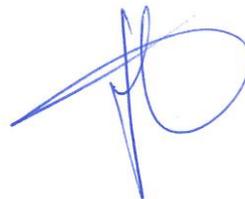
Nous restons à la disposition de la Mairie de Saint-Nazaire-d'Aude et de tous les intervenants pour tous renseignements complémentaires.

Dressé par les Ingénieurs soussignés

Marianne ORMECHE
En charge de l'opération



Georges DE CARVALHO
En charge du contrôle interne (DR)



ANNEXES



ANNEXE 1

PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES





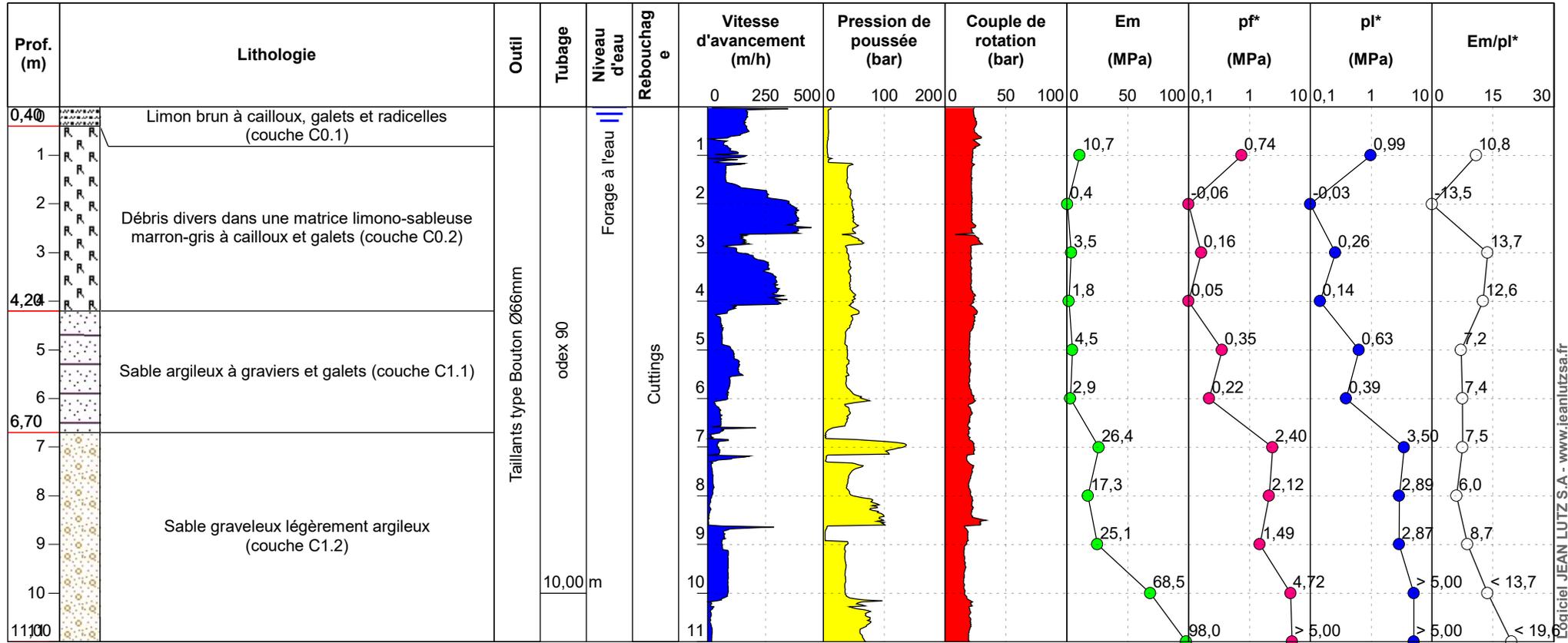
ANNEXE 2

PROFILS PRESSIOMÉTRIQUES

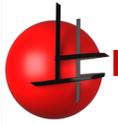




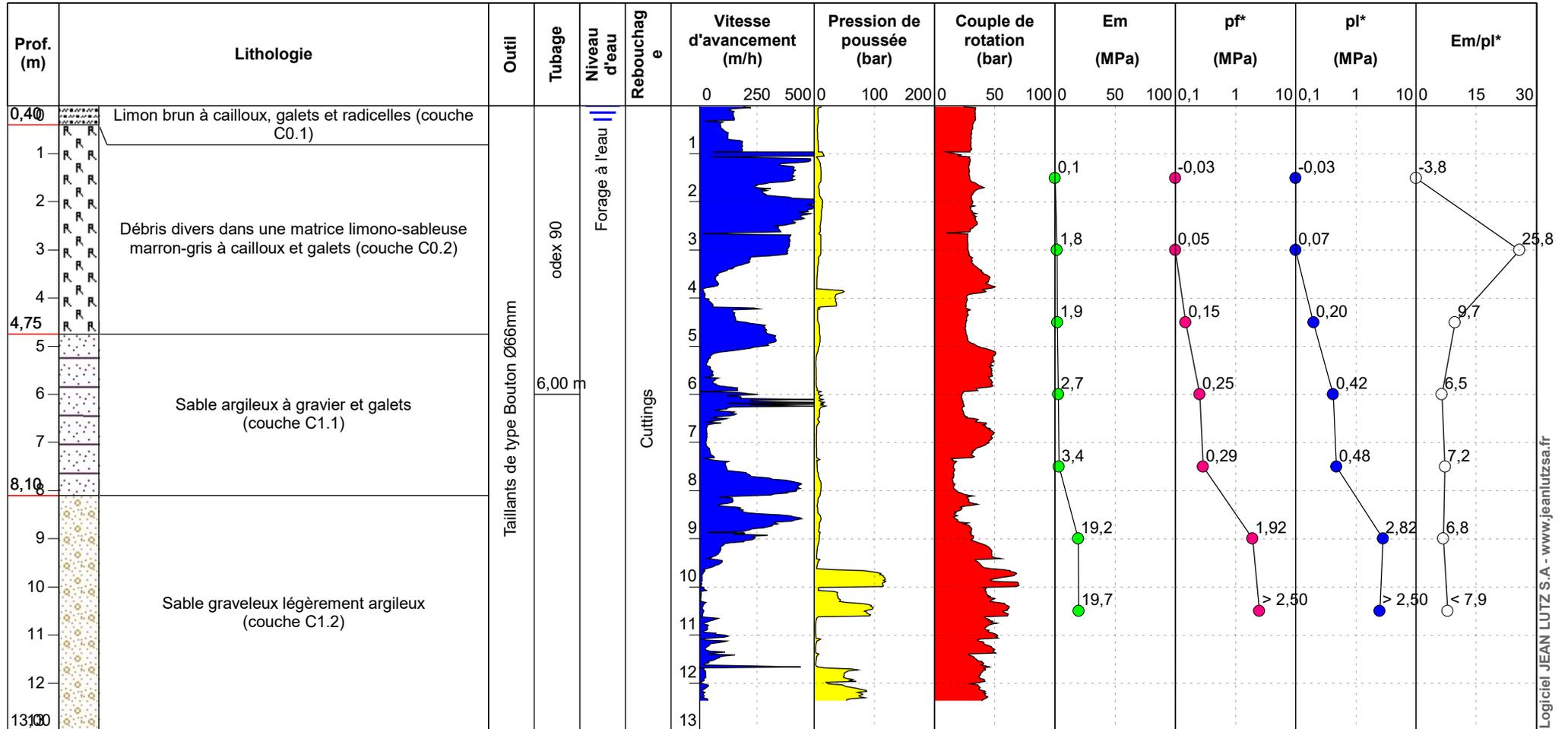
Forage : SP1



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



Forage : SP2



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



HYDROGEOLOGIE

MAIRIE DE SAINT NAZAIRE D'AUDE
Projet d'urbanisation
SAINT NAZAIRE D'AUDE (11)

Contrat C.21.41.285

Date : 24/11/2021

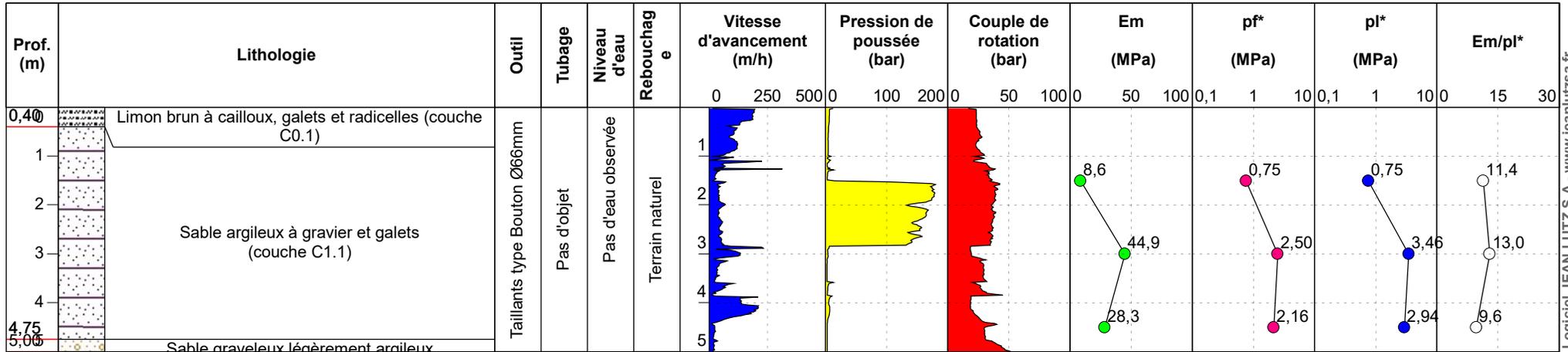
Machine : HF750 24

Profondeur : 0,00 - 5,00 m

1/120

Forage : SP3

EXGTE 3.23/LB2EPF584FR



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

ANNEXE 3

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

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,
- Dournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisnants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques.

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 avoisnants), 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 NF P 94-500 - Novembre 2013)

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