



Projet d'aménagement et d'extension du bâtiment TRELAT



Rapport

Projet d'aménagement et d'extension du bâtiment TRELAT – Commune de CADILLAC (33) Mission de conception géotechnique en phase G2 PRO



Rapport n°A124601 – Version C – Aout 2023

Projet suivi par Romain FERNANDEZ – romain.fernandez@anteagroup.fr

Fiche signalétique



Projet d'aménagement et d'extension du bâtiment TRELAT –

Commune de CADILLAC (33)

Mission de conception géotechnique en phase G2 PRO

CLIENT	SITE
Projet d'aménagement et d'extension du bâtiment TRELAT	Projet d'aménagement et d'extension du bâtiment TRELAT
89 rue Cazeaux-Cazalet, 33410 CADILLAC-SUR-GARONNE	89 rue Cazeaux-Cazalet, 33410 CADILLAC-SUR-GARONNE
Tél : 05.56.76.54.61	

RAPPORT D'ANTEA GROUP	
Responsable du projet	Mikaël FORTUNEL
Interlocuteur commercial	Mikaël FORTUNEL
	Implantation de Bordeaux
Implantation chargée du suivi du projet	05.57.26.02.80 secretariat.bordeaux-fr@anteagroup.com
Rapport n°	A124601
Version n°	C
Votre commande et date	Référence / date : AQUA220449 / 16/08/2022
Projet n°	AQUP220449

	Nom	Fonction	Date	Signature
Rédaction	FERNANDEZ Romain	Ingénieur d'études	Aout 2023	
Approbation	FORTUNEL Mikaël	Ingénieur de projet	Aout 2023	

Suivi des modifications

Indice Version	Date de révision	Nombre de pages	Nombre d'annexes	Objet des modifications
A	Juillet 2023	45	4	Version finale
B	Juillet 2023	52	4	Ajout des sondages géotechniques de 2022 et recommandation blindage
C	Aout 2023	56	5	Actualisation du projet et blindage

Table des annexes

Annexe I : Classification des missions d'ingénierie géotechnique (norme NF P 94-500-
Novembre 2013) – 3 pages

Annexe II : Plan d'implantation des sondages complémentaires

Annexe III : Coupe lithologique des reconnaissances à pelle mécanique

Annexe IV : Fiche technique du blindage coulissant

Annexe V : Résultats des calculs Foxta

Sommaire

1. Introduction	8
1.1 Textes normatifs applicables	8
1.2 Documentation technique	8
2. Données générales	9
2.1. Documents transmis.....	9
2.2. Localisation du projet.....	9
2.3. Contexte géologique régional	10
2.4. Hydrogéologie	11
2.4.1. Contexte hydrogéologique.....	11
2.4.2. Réseaux hydrographiques.....	11
2.5. Aléas naturels	12
3. Description du projet.....	15
3.1. Préambule	15
3.2. Zone d'Influence Géotechnique (ZIG)	15
4. Investigations géotechniques.....	17
4.1. Investigations géotechniques : G2 AVP.....	17
4.1.1. Rappel des sondages et essais <i>in situ</i>	17
4.1.2. Caractéristiques géomécaniques des formations	17
4.2. Reconnaissance des existants	19
4.2.1. Fouille RF1.....	20
4.2.2. Fouille RF2.....	20
4.2.3. Fouille RF3.....	21
4.2.4. Fouille RF4.....	21
4.2.5. Fouille RF5.....	22
4.2.6. Fouille RF6.....	22
4.2.7. Fouille RF7.....	23
4.2.8. Fouille RF8.....	23
4.2.9. Fouille RF9.....	24
4.2.10. Fouille RF10.....	24
4.2.11. Fouille RF11.....	25
4.2.12. Bilan de la reconnaissance de fondations.....	25
4.3. Niveau d'eau.....	26
4.4. Essais en laboratoire.....	26
4.4.2. Agressivité des sols	27
4.4.3. Essais de perméabilité : Essais Porchet.....	27

4.5. Investigations complémentaires	28
4.6. Limites de la méthode	29
4.7. Modèle géotechnique de synthèse	29
5. Ébauche dimensionnelle des fondations.....	30
5.1. Modes et géométrie des fondations	30
5.2. Descentes de charges.....	30
6. Etudes des fondations superficielles	33
6.1. Méthodologie de calcul	33
6.1.1. Règlement de calcul	33
6.1.2. Vérification de la capacité portante.....	33
6.2. Méthodologie de calcul	35
6.2.1. Excentrement du chargement – Renversement	35
6.2.2. Estimation des tassements prévisionnels sous les fondations (ELS).....	36
6.3. Modélisation et dimensionnement des fondations	37
6.3.1. Références normatives et moyens informatiques	37
6.3.2. Vérification de la stabilité des fondations de l'extension	37
6.3.3. Coefficient de réaction verticale K_{vs}	42
7. Prédimensionnement de l'ouvrage de soutènement	44
7.1. Hypothèses de calcul.....	44
7.1.1. Données sur le bâtiment existant	44
7.1.2. Niveau d'eau	44
7.1.3. Surcharges.....	44
7.1.4. Modèle géotechnique	45
7.2. Estimation des actions de poussée sur le blindage.....	45
7.2.1. Poussée des terres	45
7.2.2. Poussée des terres liées aux surcharges des avoisinants	46
7.2.3. Synthèse.....	47
8. Assises de voiries et structures de chaussée.....	48
8.1. Généralité.....	48
8.2. Définition de la PST	48
8.3. Plateforme de support	49
8.4. Définition de la couche de forme.....	49
8.5. Couche de base et de roulement	50
8.5.1. Cas d'une couche GB2 / GB2.....	50
8.5.2. Cas d'une couche GNT / GNT	50
8.6. Structure finale de voirie.....	51
8.6.1. Structure n°1	51
8.6.2. Structure n°2	51

9. Préconisations et recommandations.....	52
9.1. Terrassements.....	52
9.1.1. Travaux de terrassements.....	52
9.1.2. Déblais et gestion des talus.....	52
9.1.3. Réemploi des matériaux excavés.....	53
9.2. Protection contre les racines.....	53
9.3. Gestion des eaux.....	54
9.3.1. En phase chantier.....	54
9.3.2. En phase définitive.....	54
9.4. Massifs de fondation et semelles isolées.....	54
9.5. Préconisations après travaux.....	55
10. Enchaînement des missions géotechniques.....	56

Table des figures

Figure 1 : Plan de situation du bâtiment TRELAT.....	9
Figure 2: Démolition et conservation des parties du bâtiment TRELAT.....	10
Figure 3 : Extrait de carte géologique – Feuille de « LANGON ».....	10
Figure 4: Contexte hydrologique.....	12
Figure 5 : Extrait de la carte d'aléa de remontée de nappe.....	12
Figure 6 : Carte des aléas sismique.....	13
Figure 7 : Carte des aléas de mouvement de terrain.....	13
Figure 8 : Carte des aléas des cavités souterraines.....	14
Figure 9 : Carte des expositions aux retrait et gonflement des argiles.....	14
Figure 10 : Vue en perspective du projet.....	15
Figure 11 : Zone d'Influence Géotechnique de l'extension.....	16
Figure 12 : Implantation des reconnaissances de fondation.....	19
Figure 13 : Schéma de la fondation au droit de la fouille RF1.....	20
Figure 14 : Schéma de la fondation au droit de la fouille RF2.....	20
Figure 15 : Résultats de la fondation au droit de la fouille RF3.....	21
Figure 16 : Résultats de la fondation au droit de la fouille RF4.....	21
Figure 17 : Résultats de la fondation au droit de la fouille RF5.....	22
Figure 18 : Résultats de la fondation au droit de la fouille RF6.....	22
Figure 19 : Résultats de la fondation au droit de la fouille RF7.....	23
Figure 20 : Résultats de la fondation au droit de la fouille RF8.....	23
Figure 21 : Résultats de la fondation au droit de la fouille RF9.....	24
Figure 22 : Résultats des dimensions de la fondation au droit de la fouille RF11.....	25
Figure 23 : Coupe schématique de l'épaisseur des remblais.....	28
Figure 24 : Vue en coupe des fondations envisagées.....	38
Figure 25 : Repérages de la position des appuis.....	38
Figure 26 : Diagramme de la poussée des terres pour un sol argileux.....	45
Figure 27 : Schéma de la répartition de charge sous les fondations du bâtiment.....	46
Figure 28 : Récapitulatif des forces exercées sur la paroi du blindage.....	47
Figure 29 : Couches constituant une voirie.....	48
Figure 30 : Structure de chaussée envisageable sur le site projet : structure GB2 / GB2.....	50
Figure 31 : Structure de chaussée envisageable sur le site projet : structure GNT / GNT.....	50

Figure 32 : Exemple de structure de voirie lourde (GB2 / GB2)	51
Figure 33 : Exemple de structure de voirie lourde (GNT / GNT)	51
Figure 34 : Principe des barrières anti-racines.....	53
Figure 35 : Dispositions relatives à l'emplacement des fondations superficielles.....	54

Table des tableaux

Tableau 1 : Documents mis à disposition pour l'étude	9
Tableau 2 : Caractéristiques géomécanique des remblais argilo-graveleux.....	17
Tableau 3 : Caractéristiques géomécanique des argiles sablo-graveleuses	18
Tableau 4 : Caractéristiques géomécanique des sables argileux	18
Tableau 5 : Caractéristiques géomécanique des calcaires indurés.....	18
Tableau 6 : Synthèse des niveaux d'eau au droit du site	26
Tableau 7 : Résultats des identifications GTR	26
Tableau 8 : Prélèvement de sol pour analyse de l'agressivité et résultat.....	27
Tableau 9 : Résultats des essais de perméabilité.....	27
Tableau 10 : Profondeur des remblais sablo-argileux.....	28
Tableau 11 : Modèle géotechnique actualisé à l'issue des investigations complémentaires de la phase G2 AVP.....	29
Tableau 12 : Descentes de charges des semelles filantes.....	30
Tableau 13 : Descentes de charge des semelles isolées	31
Tableau 14 : Coefficient de pondération.....	31
Tableau 15 : Descentes de charge pondérées retenues	32
Tableau 16 : Coefficient à prendre en compte dans la vérification de la portance du sol aux ELU et ELS	34
Tableau 17 : Inéquations devant être vérifiées pour la justification de la stabilité au renversement d'une fondation rectangulaire	35
Tableau 18 : Inéquations devant être vérifiées pour la justification de la stabilité au renversement d'une fondation filante.....	35
Tableau 19 : Géométries des fondations de l'extension	37
Tableau 20 : Descentes de charges considérées sous le module FONDSUP du logiciel Foxta V4	40
Tableau 21 : Résultats de la modélisation sous FONDSUP des fondations de l'extension	41
Tableau 22 : Raideurs équivalents verticales	43
Tableau 23 : Caractéristiques géométriques des fondations des avoisinants au projet	44
Tableau 24 : Condition d'utilisation du matériau en fonction de la situation météorologique	53

1. Introduction

Le **Centre Hospitalier de Cadillac** envisage l'aménagement et l'extension de type R+1 du bâtiment TRELAT, après la démolition d'une partie de l'ancien bâtiment, sur la commune de Cadillac dans le département de la Gironde (33).

Antea Group a été missionné pour la réalisation d'une mission géotechnique de conception de type G2 PRO, conformément à la norme NF P94 500, de novembre 2013, présentée en Annexe I. Cette mission fait suite à la phase type G2 AVP précédemment remise par Antea Group et portera sur l'étude des fondations de l'extension.

Conformément à la norme NF P94 500 de novembre 2013, la présente étude géotechnique G2 phase PRO comprend les éléments suivants :

- Rappel du contexte et des contraintes du site ;
- Confirmation du modèle géotechnique de synthèse retenu ;
- Dimensionnement et vérification de la stabilité des fondations envisagées à ce stade ;
- Définition de recommandations constructives générales et particulières pour la réalisation des travaux et d'adaptation du projet au site.

1.1 Textes normatifs applicables

- Norme NF P 94-500, novembre 2013, Missions d'ingénierie géotechnique – Classification et spécifications ;
- Norme NF EN 1997-1 (Eurocode 7), Calcul Géotechnique – Partie 1 : Règles générales ;
- Norme NF P 94-261 et NF P 94-262 (normes d'application de l'Eurocode 7) respectivement pour le dimensionnement des fondations superficielles et des fondations profondes ;
- Norme NF EN 1998-1 (Eurocode 8), Conception et dimensionnement des structures pour leur résistance aux séismes.

1.2 Documentation technique

- Le plan topographique au 1/25 000ème, IGN ;
- La carte géologique à l'échelle 1/50 000ème et sa notice explicative, BRGM ;
- Guide technique du SETRA – LCPC, Réalisation des remblais et couches de forme (GTR92), Fascicules I et II, Principes Généraux ;
- R. Frank, Calcul des fondations superficielles et profondes, Edition des Presses ENPC, janvier 2003 ;
- G. Philipponnat et B. Hubert, Fondations et ouvrages en terre, édition Eyrolles, octobre 1997 ;
- G. Filliat, La pratique des sols et fondations, éditions du Moniteur, 1981 ;
- F. Schlosser, Eléments de mécanique des sols, Edition des Presses ENPC, octobre 1988.

2. Données générales

2.1. Documents transmis

Dans le cadre de cette étude, il nous a été fourni les documents suivants (cf. Tableau 1) :

N°	Désignation/Sujet	Format	Date	Référence	Auteur
[1]	Plan de masse du projet	DWG	14/03/2023	21009	Tlr architecture
[2]	Plan des réseaux	PDF	08/03/2022	191124 – TRELAT 6 TBL – P1 - 200	GEO SAT
[3]	Plan de l'existant	PDF	26/01/2012	TRELAT PLAN DE MASSE	Centre Hospitalier de Cadillac
[4]	Cahier des charges	PDF	04/2022	868 CH CADILLAC BAT TRELAT_CDC Géotechnique	AEC Ingénierie
[5]	Descentes de charge	PDF	31/3/2023	-	AEC Ingénierie
[6]	Plan topographique	PDF	18/08/2022	224041	GEOSAT

Tableau 1 : Documents mis à disposition pour l'étude

Ce rapport s'appuie également sur une étude géotechnique antérieure, une mission G2 AVP (rapport n°120794_AQUP220449), réalisée en Janvier 2023, mais également sur une étude hydrogéologique (rapport n°A110904) réalisée en 2021, produit par le bureau d'études ANTEAGROUP.

2.2. Localisation du projet

Le projet est situé sur la commune de Cadillac, dans le département de la Gironde (33), dans le centre hospitalier, plus précisément dans la rue Les Capucins.

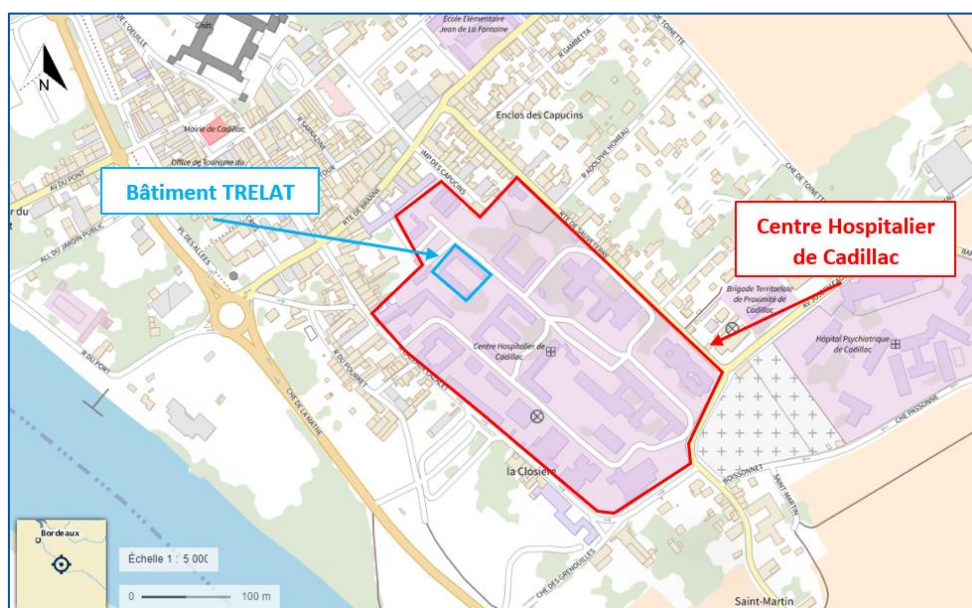


Figure 1 : Plan de situation du bâtiment TRELAT

(Source : Géoportail)

Le projet prévoit la mise en œuvre d'aménagements et la construction d'une extension en rez-de-chaussée partiel et R+1 d'une partie de l'ancien bâtiment TRELAT (en bleu) également en R+1. L'ensemble de cette extension sera sur vide sanitaire et située au droit des ailes Ouest et Sud précédemment démolie (en rouge) pour la restructuration de l'ouvrage.

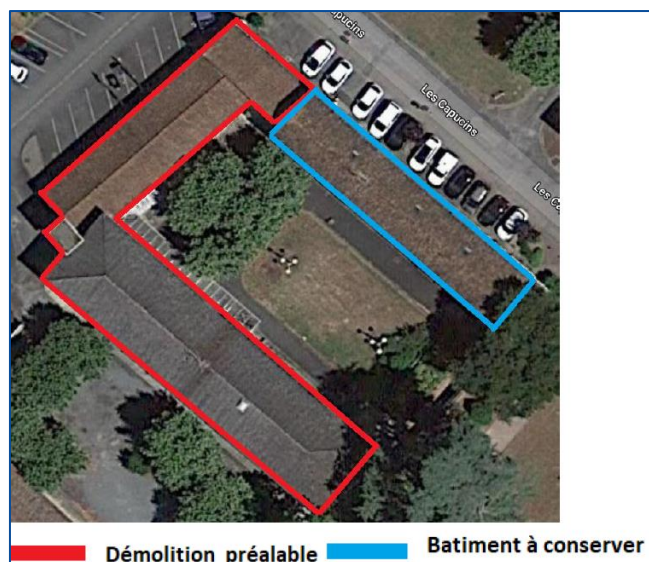


Figure 2: Démolition et conservation des parties du bâtiment TRELAT (Extrait du document n° [4])

2.3. Contexte géologique régional

D'après l'extrait de la carte géologique au 1/50 000^{ème} de LANGON feuille n°852, des données de la Banque de Données du Sous-Sol (BSS BRGM) et notre connaissance du site, la géologie de ce secteur est caractérisée par des **formations fluviales du Riss**, composées de sables peu argileux, graviers et galets, notés Fxc, surmontant un substratum calcaire.

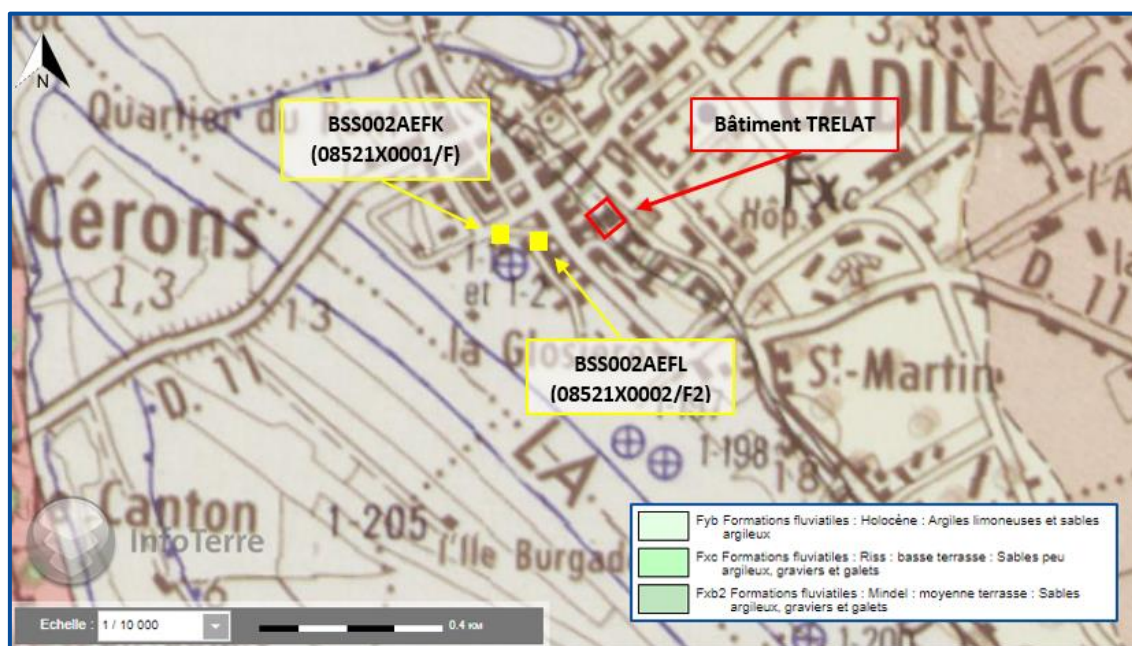


Figure 3 : Extrait de carte géologique – Feuille de « LANGON » (Source : Infoterre)

Les données de BSS permettent de préciser la nature des formations rencontrées. Deux sondages (BSS002 AEFK et BSS002AEFL) situés à environ 200 m à l'Ouest et dans même contexte géologique que la zone d'étude. On retrouve alors les formations suivantes :

- **BSS002AEFK :**
 - De 0,0 à 4,6 m : Argile ;
 - De 4,6 à 5,4 m : Gravier et sable ;
 - De 5,4 m à 21,5 m : Roche (sans précision).
- **BSS002AEFL :**
 - De 0,0 à 3,5 m : Remblai ;
 - De 3,5 à 6,1 m : Calcaire graveleux ;
 - De 6.1 à 28,6 m Calcaire.

L'ensemble de ces informations indiquent un contexte géologique constitué de terrain superficiel argileux reposant sur une couche de grave sableuse surmontant un substratum calcaire.

2.4. Hydrogéologie

2.4.1. Contexte hydrogéologique

D'après les données de la BD LISA, l'aquifère rencontré est une entité hydrogéologique en milieu poreux nommé « **Alluvions de la Garonne aval, depuis la confluence du Lot à la confluence de la Dordogne** ».

Considérant la faible quantité de données disponibles sur cet aquifère, Antea Group avait préconisé la réalisation de piézomètres au droit du projet dans le cadre des investigations géotechniques d'une étude antérieure (2021).

Cette étude a permis d'identifier la présence d'une nappe superficielle située à environ 13 m NGF, avec de faibles fluctuations du niveau piézométrique sur la période étudiée (Septembre – Mai). Ces données sont présentées dans le rapport hydrogéologique n°A110904 précédemment remis par Antea Group.

2.4.2. Réseaux hydrographiques

Au droit du site étudié dans un rayon de 1 km, le réseau hydrographique se compose de :

- La Garonne qui se situe en aval hydraulique du site, à 350 m environ ;
- Le cours d'eau du Rau de l'Euille situé à environ 300 m au Nord-Ouest ;
- Le rejet de la station d'épuration située à environ 800 m plus au Nord.



Figure 4: Contexte hydrologique

(Source : Géoportail)

2.5. Aléas naturels

Les présents éléments sont extraits des bases de données publiques (Source : Géorisques et BRGM).

Aléa remontée de nappe et inondation

La commune de Cadillac n'est pas soumise à un territoire à risque important d'inondation (TRI).

En revanche, elle est soumise à un plan de prévention des risques d'inondation (**33DREAL20170018 – PPR Cadillac**) et fait l'objet d'un programme de prévention (**33DREAL20130136 – PAPI intention Garonne Gironde**).

Le site d'étude est notamment considéré comme une zone potentiellement sujette aux débordements de nappe et inondations potentielles des cours d'eau.

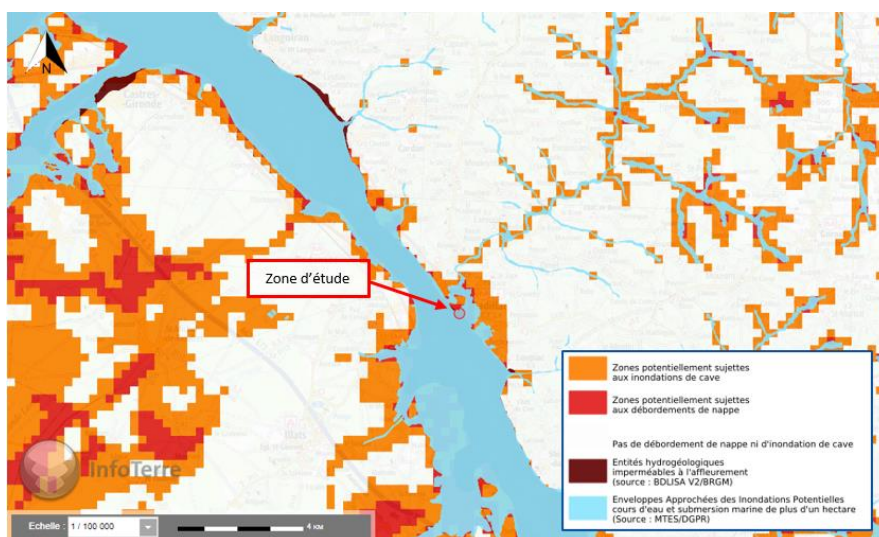


Figure 5 : Extrait de la carte d'aléa de remontée de nappe

(Source : Infoterre)

Aléa sismique

La commune de Cadillac (33) est classée en zone d'aléa **très faible** (Zone 1/5).

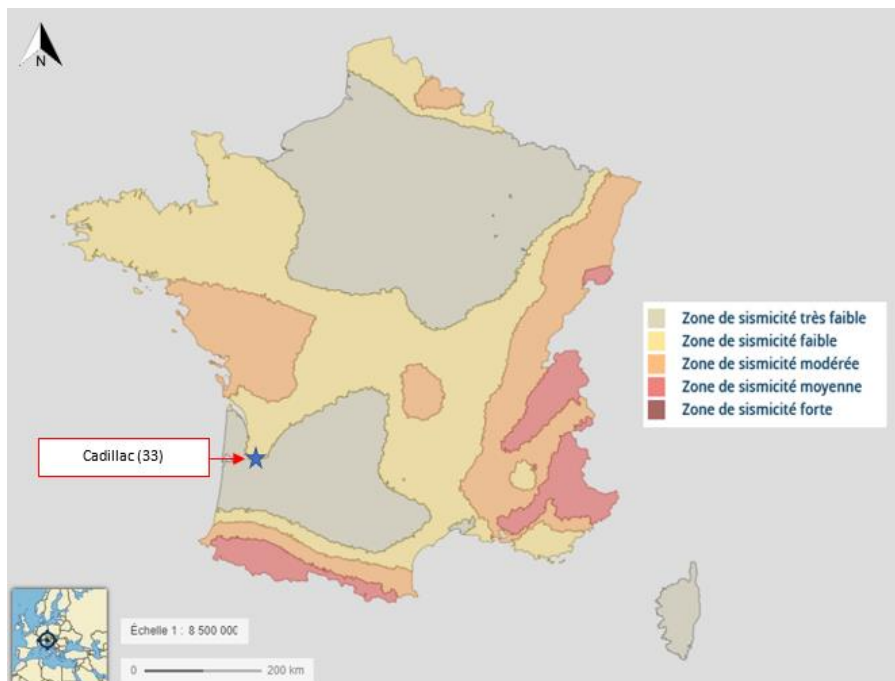


Figure 6 : Carte des aléas sismique

(Source : Géoportail)

Risque de mouvement de terrain

La commune n'est pas soumise à un plan de prévention des risques de mouvement de terrain.

On recense un mouvement de terrain, situé à 650 m à l'Ouest de site et correspondant à l'érosion de la berge.



Figure 7 : Carte des aléas de mouvement de terrain

(Source : Infoterre)

Risque de cavités souterraines

La commune n'est pas soumise à un plan de prévention des risques de cavité souterraine.

On recense deux cavités anthropiques situées à 700m au Nord-Ouest du site.



Figure 8 : Carte des aléas des cavités souterraines

(Source : Infoterre)

Aléa retrait gonflement des argiles

L'aléa retrait/gonflement des sols argileux est considéré comme **moyen** au droit de la zone d'étude, mais la commune n'est pas soumise à un plan de prévention des risques de retrait et gonflement des sols argileux.

Une attention particulière sera portée aux terrains à dominante argileuse.

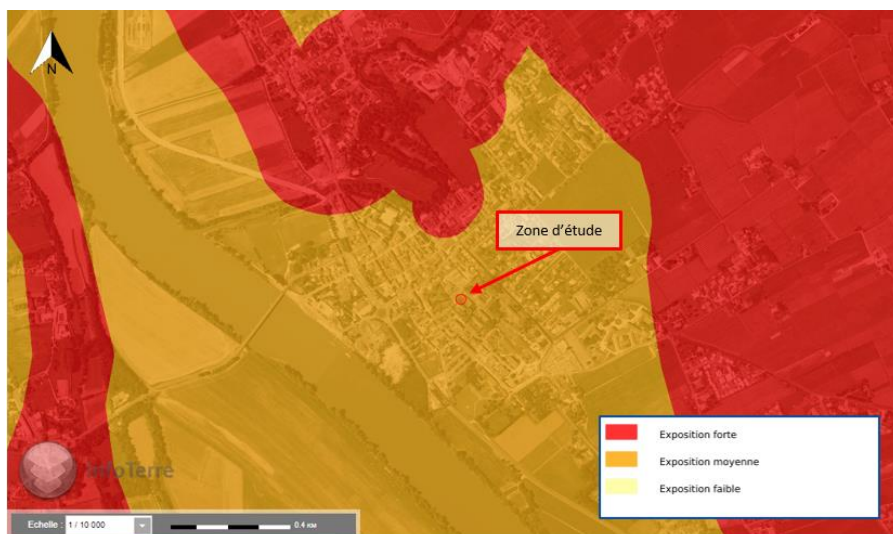


Figure 9 : Carte des expositions aux retrait et gonflement des argiles

(Source : Infoterre)

3. Description du projet

3.1. Préambule

Le projet consiste en la construction d'une extension en rez-de-chaussée partiel et R+1 sur vide sanitaire du bâtiment TRELAT situé au sein du centre hospitalier de Cadillac.

Cette construction fait suite à la restructuration complète du bâtiment, démolissant alors les ailes Ouest et Sud du bâtiment historique pour ne conserver que l'aile Nord sur laquelle l'extension sera raccordée.



Figure 10 : Vue en perspective du projet

3.2. Zone d'Influence Géotechnique (ZIG)

La ZIG est le volume de terrain au sein duquel il y a des interactions entre l'ouvrage ou l'aménagement de terrain et l'environnement. La forme de l'extension de cette zone d'influence géotechnique est spécifique à chaque site et à chaque ouvrage ou aménagement de terrain.

Selon les plans transmis par le BET AEC, deux appuis isolés seront situés à 1,5 m du bâtiment du Pôle économique, plus au Sud de l'extension. La profondeur d'assise de ces appuis, sera dimensionnée pour qu'il n'y ait aucune interaction entre le projet le bâtiment existant, respectant alors un dénivelé de 2H/3V entre les deux profondeurs d'assises.

En revanche, la présence d'un mur existant conservé, sur la façade Est de l'extension et le bâtiment Trelat correspondant à l'aile Nord, dont les emprises se situent dans la ZIG du projet, nécessitera la mise en place de dispositifs de blindage particuliers reprenant les contraintes apportées par les ouvrages et les poussées des terres, lors des phases de terrassement.

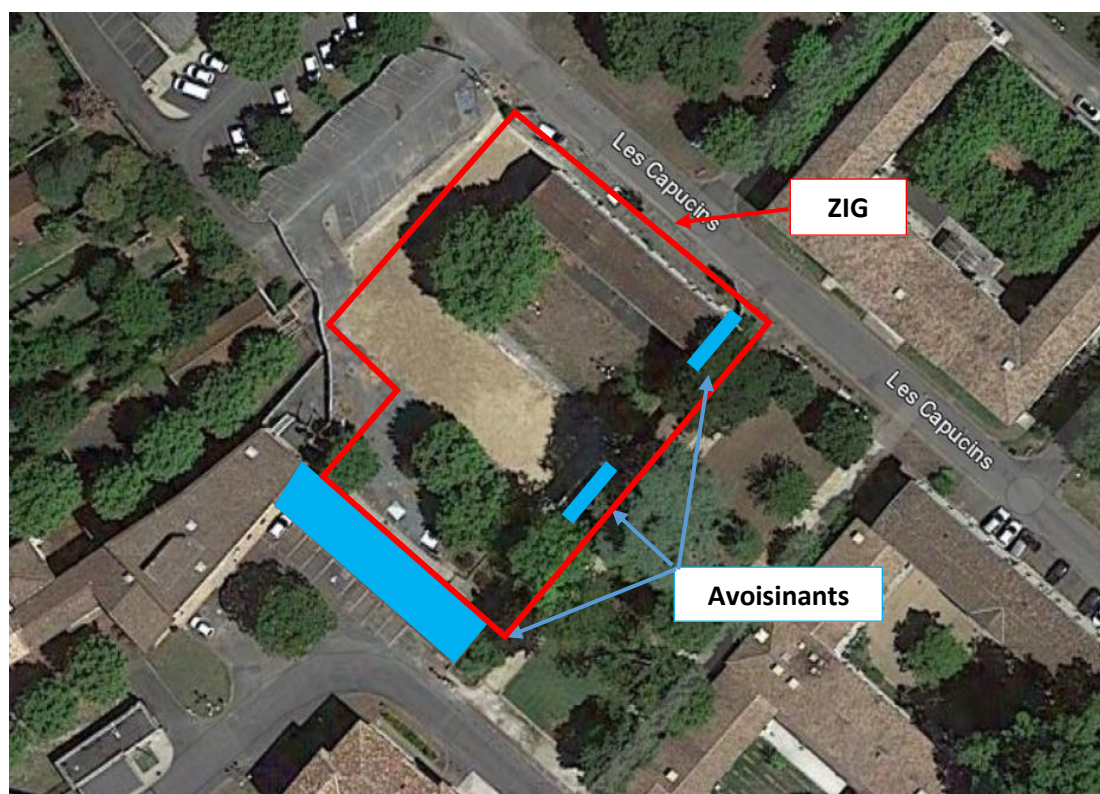


Figure 11 : Zone d'Influence Géotechnique de l'extension

4. Investigations géotechniques

4.1. Investigations géotechniques : G2 AVP

4.1.1. Rappel des sondages et essais *in situ*

Dans le cadre de cette mission d'avant-projet géotechnique, des investigations ont été réalisées, telle que décrite dans le rapport n°120794, indice C du 31/01/2023, à savoir :

- Trois sondages pressiométriques de 8,0 m de profondeur, comprenant sept essais pressiométriques (un tous les mètres à partir d'un mètre de profondeur) ;
- Onze reconnaissances de fondation des bâtiments existants ;
- Deux essais d'infiltration de type Porchet pour la définition de la perméabilité des formations de surface.

4.1.2. Caractéristiques géomécaniques des formations

Les caractéristiques mécaniques des différentes couches de sol sont déduites des sondages pressiométriques réalisés sur site, au stade de la mission G2 AVP. Les valeurs données dans les tableaux ci-après correspondent aux valeurs minimales et sont présentées de haut en bas.

4.1.2.1. Remblais argilo-graveleux

Cette formation a été reconnue sur les sondages pressiométriques SP1 et SP2, sur une profondeur allant de 1,0 à 2,0 par rapport au terrain naturel.

L'analyse des résultats des sondages pressiométriques permet de caractériser l'horizon des remblais argilo-graveleux et est présentée dans le tableau suivant :

Sondages		Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart-type
SP1	PI* (MPa)	0.88	-	-	-
	Em (MPa)	10	-	-	-
SP2	PI* (MPa)	0.66	0.65	0.67	0.01
	Em (MPa)	7	5	11	4

Tableau 2 : Caractéristiques géomécanique des remblais argilo-graveleux

Il est entendu, pour l'horizon, les caractéristiques géomécaniques suivantes :

PI*=0.6 MPa

Em = 6 MPa

4.1.2.2. Argiles sablo-graveleuses

Cet horizon a été identifié au niveau des sondages SP2 et SP3, sur une épaisseur allant de 0,0 à 4,0 m de profondeur par rapport au terrain naturel.

L'analyse des résultats des sondages pressiométriques permet de caractériser cette formation d'argile sablo-graveleuse et est présentée dans le tableau suivant :

Sondages		Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart-type
SP2	PI* (MPa)	1.0	-	-	-
	Em (MPa)	9	-	-	-
SP3	PI* (MPa)	0.8	0.69	1.06	0.15
	Em (MPa)	9	5	15	4

Tableau 3 : Caractéristiques géomécanique des argiles sablo-graveleuses

Il est reconnu, pour l'horizon, les caractéristiques géomécaniques suivantes :

PI*=0.8 MPa

Em = 6 MPa

4.1.2.3. Sable argileux

Cette formation a été reconnue essentiellement sur le sondage pressiométrique SP1, sur une épaisseur allant de 1,0 à 3,0 m par rapport au terrain naturel.

L'analyse des résultats du sondage pressiométrique permet de caractériser l'horizon des sables argileux et est présentée dans le tableau suivant :

Sondage		Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart-type
SP1	PI* (MPa)	1.01	0.76	1.49	0.52
	Em (MPa)	14	11	20	6

Tableau 4 : Caractéristiques géomécanique des sables argileux

Il est entendu, pour l'horizon, les caractéristiques géomécaniques suivantes :

PI*=0.8 MPa

Em = 11 MPa

4.1.2.4. Calcaire induré

Cet horizon a été identifié au niveau de l'ensemble des sondages pressiométriques. Le toit de cet horizon se situe entre 3,0 et 4,0 m et la base supérieure à 7 m de profondeur par rapport au terrain naturel.

L'analyse des résultats des sondages pressiométriques permet de caractériser cette formation de calcaire induré et est présentée dans le tableau suivant :

Sondages		Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart-type
SP1	PI* (MPa)	3.59	3.24	4.54	0.61
	Em (MPa)	38	31	60	13
SP2	PI* (MPa)	3.61	2.79	4.69	0.78
	Em (MPa)	38	33	48	7
SP3	PI* (MPa)	3.62	3.15	4.51	0.71
	Em (MPa)	61	49	91	22

Tableau 5 : Caractéristiques géomécanique des calcaires indurés

Il est entendu, pour l'horizon, les caractéristiques géomécaniques suivantes :

$PI^* = 2,5 \text{ MPa}$

$E_m = 34 \text{ MPa}$

4.2. Reconnaissance des existants

Onze reconnaissances des fondations existantes ont été réalisées en détail dans le cadre de la G2 AVP sur le bâtiment TRELAT et du pôle économique. Ces investigations ont été menées lors de la campagne de Novembre 2022 et Janvier 2023, permettant de confirmer les dimensions des systèmes de fondation des existants, soit **des fondations superficielles de type semelle filante** dont l'épaisseur et la profondeur varient fortement en fonction de leurs positions. La position de chaque reconnaissance est représentée sur la figure suivante :

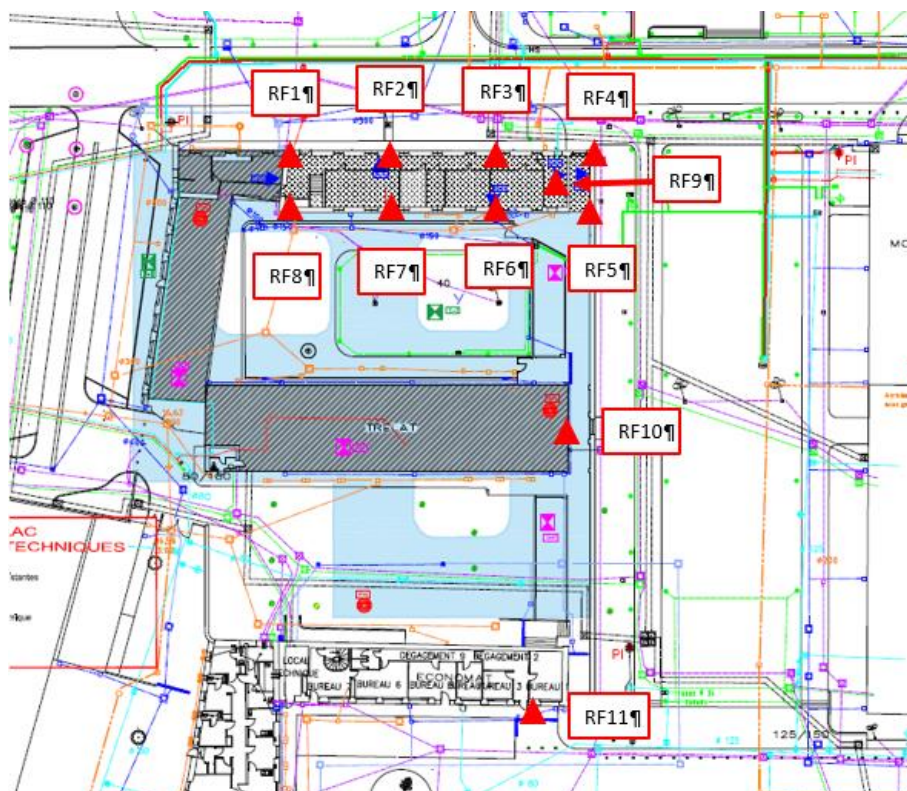


Figure 12 : Implantation des reconnaissances de fondation

Les résultats et les schémas des reconnaissances des fondations des bâtiments existants sont représentés ci-après :

4.2.1. Fouille RF1

La fouille RF1 a mise en évidence un sol d'assise composé de sable graveleux-argileux.

Le mur repose sur une fondation en pierre rectangulaire de 0,6 m d'épaisseur, ayant un débord de 0,11 m de part et d'autre de la fondation et dont la base est située à 0,95 m / TN environ. Les dimensions de la fondation sont récapitulées ci-dessous :

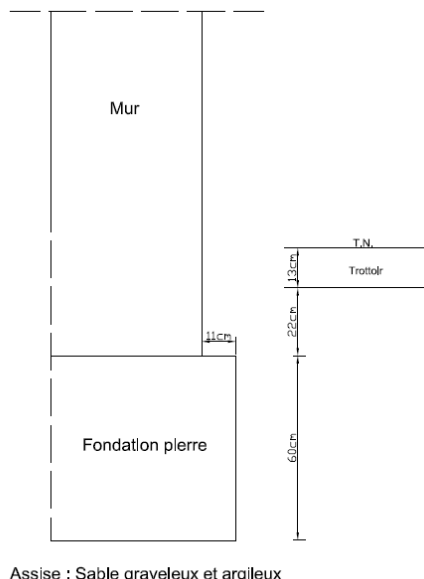


Figure 13 : Schéma de la fondation au droit de la fouille RF1

4.2.2. Fouille RF2

La fouille RF2 a mise en évidence un sol d'assise composé de sable graveleux.

Le mur repose sur une fondation en pierre rectangulaire de 0,6 m d'épaisseur, ayant un débord de 0,15 m de part et d'autre de la fondation et dont la base est située à 1,07 m / TN environ. Les dimensions de la fondation sont récapitulées ci-dessous :

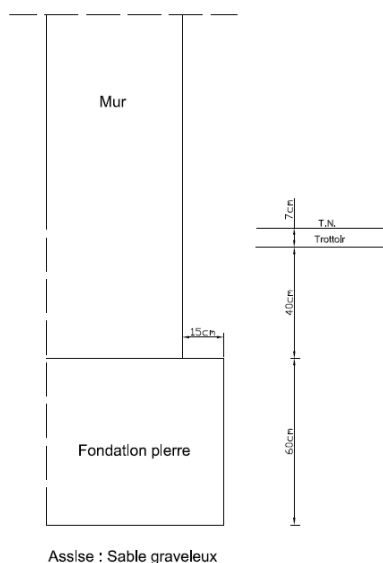


Figure 14 : Schéma de la fondation au droit de la fouille RF2

4.2.3. Fouille RF3

La fouille RF3 a mise en évidence un sol d'assise composé de sable graveleux.

Le mur repose sur une fondation en pierre rectangulaire de 0,57 m d'épaisseur, ayant un débord de 0,09 m de part et d'autre de la fondation et dont la base est située à 0,94 m / TN environ. Les dimensions de la fondation sont récapitulées ci-dessous :

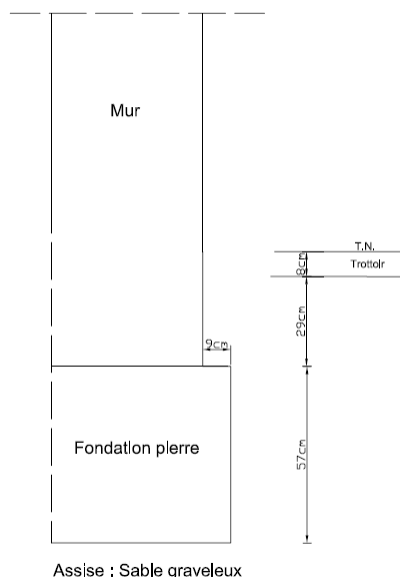


Figure 15 : Résultats de la fondation au droit de la fouille RF3

4.2.4. Fouille RF4

La fouille RF4 a mise en évidence un sol d'assise composé de sable graveleux-argileux.

Le mur repose sur une fondation en béton armé rectangulaire de 0,3 m d'épaisseur, n'ayant pas de débord par rapport au mur et dont la base est située à 0,38 m / TN environ. Les dimensions de la fondation sont récapitulées ci-dessous :

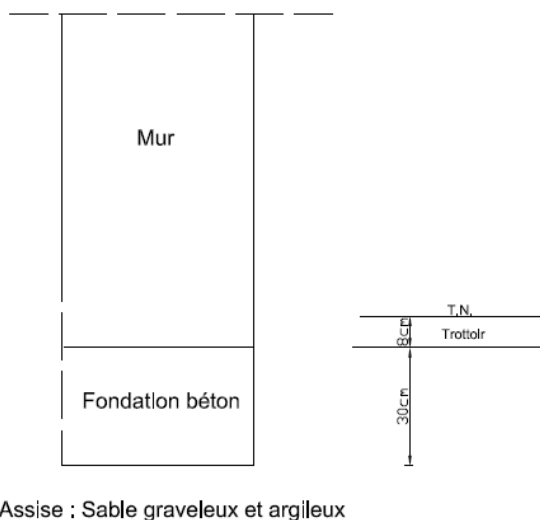


Figure 16 : Résultats de la fondation au droit de la fouille RF4

4.2.5. Fouille RF5

La fouille RF5 a mise en évidence un sol d'assise composé de sable graveleux à débris divers (remblais).

Le mur repose sur une fondation en pierre rectangulaire de 0,14 m d'épaisseur, n'ayant pas de débord par rapport au mur et dont la base est située à 0,22 m / TN environ. Les dimensions de la fondation sont récapitulées ci-dessous :

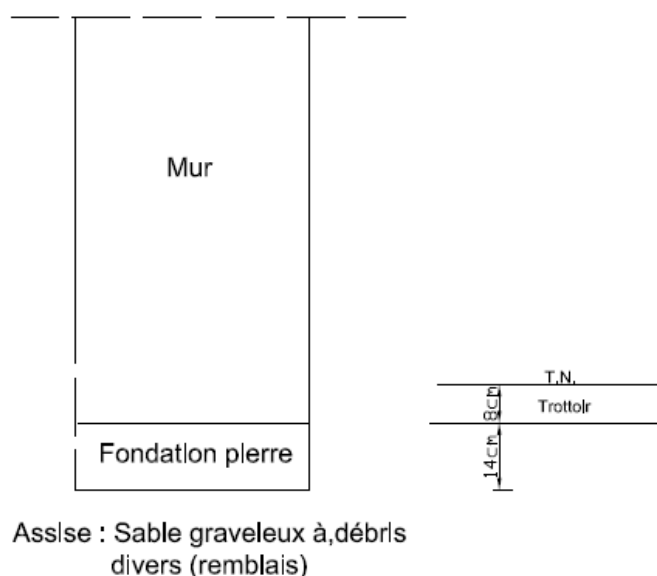


Figure 17 : Résultats de la fondation au droit de la fouille RF5

4.2.6. Fouille RF6

La fouille RF6 a mise en évidence un sol d'assise composé de sable graveleux-argileux.

Le mur repose sur une fondation en pierre rectangulaire de 0,4 m d'épaisseur, ayant un débord de 0,1 m de part et d'autre de la fondation et dont la base est située à 0,49 m / TN environ. Les dimensions de la fondation sont récapitulées ci-dessous :

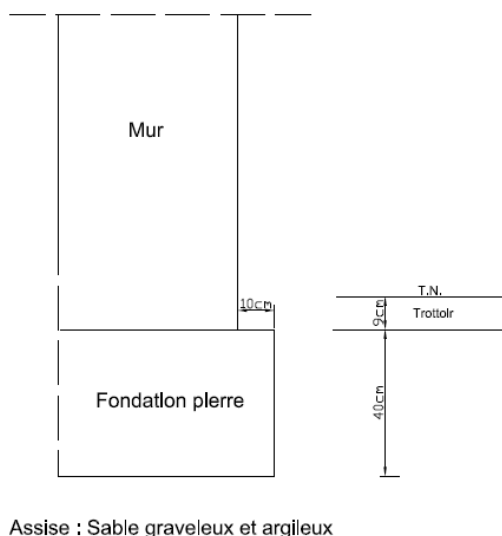
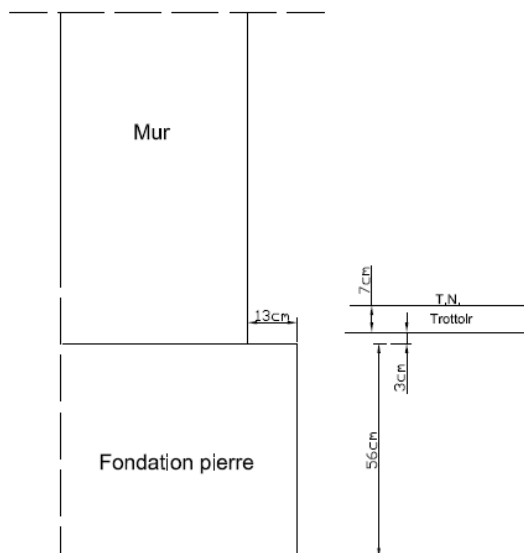


Figure 18 : Résultats de la fondation au droit de la fouille RF6

4.2.7. Fouille RF7

La fouille RF7 a mise en évidence un sol d'assise composé de sable graveleux-argileux.

Le mur repose sur une fondation en pierre rectangulaire de 0,56 m d'épaisseur, ayant un débord de 0,13 m de part et d'autre de la fondation et dont la base est située à 0,66 m / TN environ. Les dimensions de la fondation sont récapitulées ci-dessous :



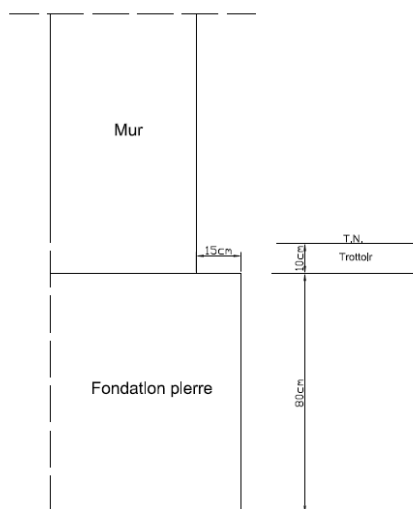
Assise : Sable graveleux et argileux

Figure 19 : Résultats de la fondation au droit de la fouille RF7

4.2.8. Fouille RF8

La fouille RF8 a mise en évidence un sol d'assise composé de sable graveleux.

Le mur repose sur une fondation en pierre rectangulaire de 0,8 m d'épaisseur, ayant un débord de 0,15 m de part et d'autre de la fondation et dont la base est située à 0,9 m / TN environ. Les dimensions de la fondation sont récapitulées ci-dessous :



Assise : Sable graveleux

Figure 20 : Résultats de la fondation au droit de la fouille RF8

4.2.9. Fouille RF9

La fouille RF9 n'a pas permis de déterminer la nature du sol encaissant du fait de la présence de nombreux blocs dans les remblais superficiels (remblais argilo-graveleux).

Le mur repose sur une fondation en pierre rectangulaire ayant une épaisseur supérieure à 0,85 m ancrée à une profondeur supérieure à 1,0 m/TN. Les dimensions de la fondation sont récapitulées ci-dessous :

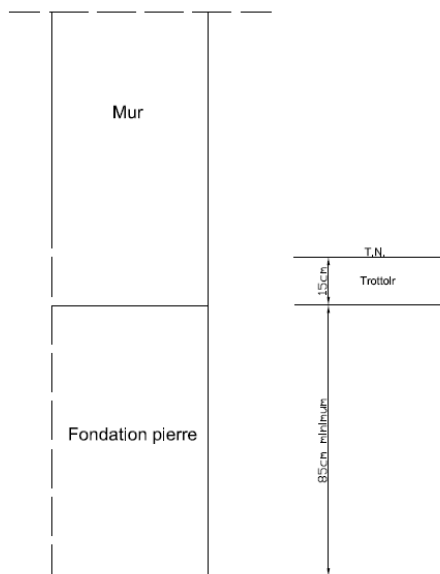
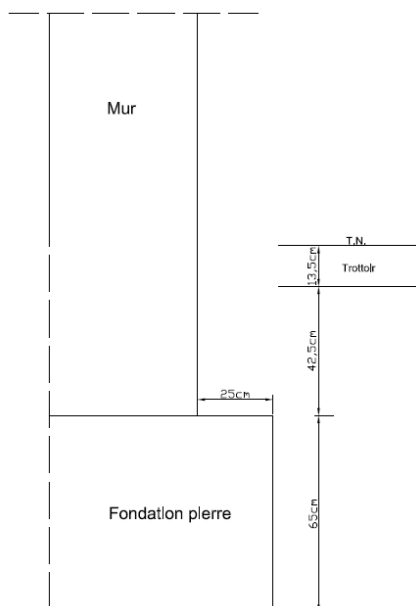


Figure 21 : Résultats de la fondation au droit de la fouille RF9

4.2.10. Fouille RF10

La fouille RF10 a mise en évidence un sol d'assise composé de sable gravele-argileux.

Le mur repose sur une fondation en pierre rectangulaire de 0,65 m d'épaisseur, ayant un débord de 0,25 m de part et d'autre de la fondation et dont la base est située à 1,18 m/TN. Ses dimensions sont récapitulées ci-dessous :



4.2.11. Fouille RF11

La fouille RF11 a mise en évidence un sol d'assise composé de sable gravelo-argileux.

Le mur repose sur une fondation en pierre trapézoïdale de 0,6 m d'épaisseur, ayant un débord de 0,07 m de part et d'autre de la fondation et dont la base est située à 0,73 m/TN. Ses dimensions sont récapitulées ci-dessous :

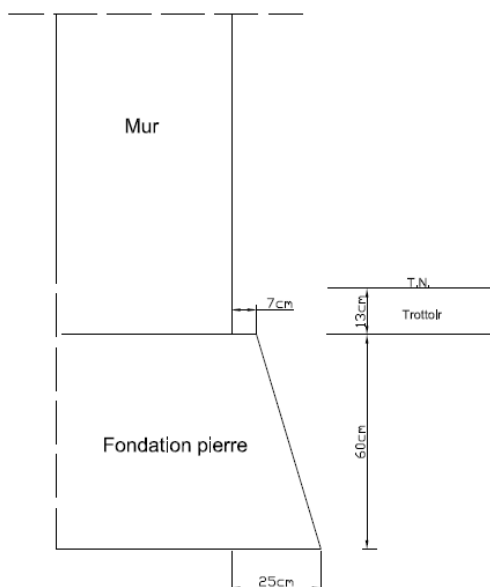


Figure 22 : Résultats des dimensions de la fondation au droit de la fouille RF11

4.2.12. Bilan de la reconnaissance de fondations

Les reconnaissances menées lors de cette campagne montrent que les bâtiments existants sont fondés sur des fondations superficielles de type semelle. Ces fouilles ont permis d'identifier les points suivants :

- Pour le bâtiment TRELAT
 - La fondation au droit de la fouille RF4 est différente des autres fondations et est composée de béton armé, à contrario des autres fouilles où l'on retrouve des fondations en pierre ;
 - La façade Est du bâtiment, au niveau des fouilles RF4 et RF5, les fondations sont très fines (comprise en 0,14 et 0,3 m d'épaisseur) et implantées à faible profondeur (entre 0,22 et 0,38 m de profondeur par rapport au terrain naturel) au-dessus des côtes hors-gel ;
 - La fouille RF9, située dans le bâtiment, montre une fondation très épaisse (supérieure à 0,85 m) ;
 - La façade conservée de l'ancien bâtiment TRELAT est construit sur des fondations en pierre de 0,6 m d'épaisseur.
- Pour le bâtiment au Sud de TRELAT est ancré sur des fondations en pierre de 0,6 m d'épaisseur.

4.3. Niveau d'eau

Une étude hydrogéologique simplifiée, réalisée de Septembre 2020 à Mai 2021 a permis de suivre le niveau d'eau souterraine au droit de la zone d'étude. La synthèse de cette étude est présentée dans le tableau suivant :

Date	PZ Trelat (z = 16.64 mNGF)
Niveau minimal	12,75m NGF
Niveau maximal	12,94m NGF
Battement de la nappe	0,19m
Niveau moyen	12,8 m NGF

Tableau 6 : Synthèse des niveaux d'eau au droit du site

Ces données montrent que la nappe fluctue assez faiblement avec un battement de seulement 0,2 m sur 9 mois, on peut donc s'attendre à **un niveau d'eau compris entre 12,8 et 13,0 m NGF**, soit à une profondeur d'environ 4 m par rapport au terrain naturel.

4.4. Essais en laboratoire

Différents essais ont été réalisés sur les matériaux prélevés sur le site pour la mission G2 AVP. Les résultats des essais sont présentés ci-après.

4.4.1.1. Essais GTR

Des prélèvements de sol ont été réalisés au sur les horizons de surfaces (argile sablo-graveleuse) :

	Code	S 102	S 111				S 114	
	Intitulé	Teneur en eau pondérale NF P94-050	Analyse granulométrique NF P94-056				Essai au bleu de méthylène NF P94-068	Classification GTR NF P11-300
	Symbole	W _n	D _{max}	<50mm	<2mm	<80µm	VBS	GTR
Référence de l'échantillon / description visuel	Unité	(%)	(mm)	(%)	(%)	(%)	(%)	
SP2 à 0.20 m Marne sablo-graveleuse, plastique, brunâtre. Présence d'éléments carbonatés et siliceux millimétriques à centimétriques.		10.8	37	100.0	66.9	28.0	1.4	B ₅
SP3 à 0.80 m Sable graveleux, carbonaté, lâche, brunâtre.		7.4	42	100.0	64.0	13.5	0.2	B ₅

Tableau 7 : Résultats des identifications GTR

Au sens du Guide des Terrassements Routiers (GTR), les matériaux testés sur le site sont les suivants :

- Marne sablo-graveleuse, plastique, brunâtre, présentant des éléments carbonatés et siliceux millimétriques à centimétriques, correspondant à une classe de sol B₅ ;
- Sable graveleux, carbonatés, lâche et brunâtre, correspondant à une classe de sol B₅.

Selon le Guide des Terrassement routier, les matériaux classés B₅, possèdent une proportion de fines et une plasticité se rapprochant du comportement des sols de la classe A₁. Ces sols changent brutalement de consistance pour de faibles variations de teneur en eau. Leur emploi en couche de forme sans traitement avec des liants hydrauliques nécessite de connaître leur résistance mécanique (Los Angelès et / ou micro Deval en présence d'eau).

4.4.2. Agressivité des sols

Les mesures chimiques sur ces prélèvements, en vue de leur caractérisation d'agressivité sur le béton de fondation, ont été faites conformément à la norme française homologuée NF EN 206-1 d'avril 2004 et son annexe NA.F ainsi qu'au document normatif P18-011 de juin 1982, à statut de fascicule de documentation qui :

- Définit les environnements agressifs les plus courants ;
- Donne diverses recommandations et les mesures préventives vis-à-vis de la durabilité des bétons.

Le document normatif P18-011 est utilisé pour aider au choix des ciments et des additions dans le cas d'environnements chimiquement agressifs, c'est-à-dire aux classes d'exposition « XA » au sens de la norme NF EN 206-1.

Deux prélèvements de sol ont été effectués au droit du futur projet, sur des matériaux jugés représentatifs des sites, afin de caractériser l'agressivité du sol vis-à-vis des bétons.

La synthèse des résultats est représenté dans le tableau ci-après :

Sondages	Profondeur de prélèvement (m/TN)	Nature des sols	Classe d'exposition
SP2	0,8	Remblais argilo-sableux	< XA1
SP1	1,0	Argile sablo-graveleuse brune	< XA1

Tableau 8 : Prélèvement de sol pour analyse de l'agressivité et résultat

Les concentrations en agents agressifs mesurés au regard de la norme NF EN 206-1 au droit du projet, traduisent un environnement de classe d'agressivité **<XA1 pour les sols**.

4.4.3. Essais de perméabilité : Essais Porchet

Deux essais de perméabilité de type Porchet ont été réalisés sur site dans l'horizon des argiles sablo-graveleuses. Les résultats des essais, réalisés entre 0,0, et 3,0 m de profondeur par rapport au terrain naturel, sont présentés dans le tableau suivant :

Point	Perméabilité (m / s)
INF1	$9,7 \cdot 10^{-6}$
INF2	$6,2 \cdot 10^{-6}$

Tableau 9 : Résultats des essais de perméabilité

Compte tenu des résultats obtenus, on retiendra une perméabilité de **$K \approx 9.10^{-6} \text{ m / s}$** pour l'horizon superficiel. Cette valeur correspond à des sables argileux ou des roches altérées à fracturées, dont la perméabilité est peu élevée.

4.5. Investigations complémentaires

Dans le cadre de la présente étude (mission G2 PRO), des investigations complémentaires ont été réalisées Juin 2023.

Six sondages de reconnaissance lithologique ont été réalisés en Juin 2023 afin de préciser les hauteurs de remblais argilo-graveleux présent sur le site. Ces résultats sont présentés dans le tableau synthétique suivant :

Sondages	Profondeur des remblais (m/TN)
PM1	1,5
PM2	1,4
PM3	2,2
PM4	2,4
PM5	2,1
PM6	1,4

Tableau 10 : Profondeur des remblais sablo-argileux

Ces données montrent une augmentation générale de l'épaisseur des remblais lorsque les sondages se rapprochent du bâtiment du Pôle économique, plus au Sud. Cette importante épaisseur est expliquée par une différence de niveau entre la partie Nord et Sud du bâtiment, la partie Nord se situant un niveau plus haut (environ 3 m) que la partie Sud qui est quant à elle, au niveau du terrain naturel. Cet écart est représenté schématiquement sur la figure suivante et tirée du plan topographique :



Figure 23 : Coupe schématique de l'épaisseur des remblais

Le plan d'implantation des sondages est présenté en [Annexe II](#) et les coupes lithologiques des reconnaissances sont données en [Annexe III](#).

4.6. Limites de la méthode

Les sondages sont des reconnaissances ponctuelles qui ne peuvent offrir une vision continue de l'état des terrains. Leur implantation et leur densité, guidées par la connaissance que nous avons du site, permettent d'avoir une vision représentative de l'état du sous-sol, sans que l'on puisse exclure, entre deux sondages, l'existence d'une anomalie d'extension limitée qui aurait échappé aux mailles de nos investigations.

4.7. Modèle géotechnique de synthèse

Les caractéristiques géomécaniques des formations rencontrées au droit du site et le modèle géotechnique de synthèse proposé en phase G2 AVP sont présentées dans le tableau suivant :

Formations	Profondeur de la base (m / TN)	Epaisseur de la couche (m)	γ_h [kN/m ³]	E_M [MPa]	P_L^* [MPa]	α
Remblais argilo-graveleux	1,0 à 2,4	1,0 à 2,4	18	6	0,6	2/3
Argile sablo-graveleuse	4,0	3,0	18	6	0,8	2/3
Calcaire induré	< 7,0	3,0	20	34	2,5	1/3

Tableau 11 : Modèle géotechnique actualisé à l'issue des investigations complémentaires de la phase G2 AVP

Avec :

- γ_h : Le poids volumique humide (kN/m³),
- p_l^* : La pression limite nette (MPa),
- E_M : Le module pressiométrique (MPa),
- α : Le coefficient rhéologique du sol (sans dimension).

Remarque :

Les investigations complémentaires ont permis de préciser l'épaisseur de la formation des remblais argilo-graveleux. Des surprofondeurs ont été identifiées au niveau de la zone Sud-Est, proche du bâtiment du Pôle économique.

5. Ébauche dimensionnelle des fondations

5.1. Modes et géométrie des fondations

L'étude géotechnique de conception en phase Avant-Projet (Mission G2 AVP – rapport n°A120794 de Janvier 2023) a recommandé, pour les aménagements projetés la réalisation de fondation de type superficielles isolées ou filantes **ancrée de 0,3 m minimum dans la formation des argiles sablo-graveleux**.

Compte tenu de la présence de remblais argilo-graveleux sur l'ensemble de l'emprise du projet, à des profondeurs différentes, identifiées lors des sondages et essais géotechniques, **la profondeur de l'assise des fondations dépendra de leur position, variant entre 1,3 et 2,7 m / TN.**

Les fondations du projet pourront donc être envisagées en **semelles isolées ou filantes** ancrées suffisamment en profondeur pour éviter la formation des remblais argilo-graveleux aux caractéristiques géomécaniques très hétérogènes. Ces fondations seront associées à une dalle portée sur vide sanitaire sur l'ensemble de la surface de l'extension, afin de s'affranchir de l'aléas retrait et gonflement des sols argileux.

Il est rappelé que pour des tranchées supérieures à 1,3 m de profondeur et d'une largeur inférieure ou égale à 2/3 de la profondeur, la mise en place d'un blindage ou étayées est obligatoire selon le titre IV du décret du 8 Janvier 1965.

Un contrôle visuel des fonds de fouille réalisé pour définition des purges complémentaires éventuelles des matériaux impropres, ainsi qu'un contrôle de la compacité des fonds de fouille, dans le cadre de la mission de suivi géotechnique G4 au sens de la Norme NF P94 500.

L'assise sera soigneusement nettoyée et recompactée avec la mise en œuvre d'un béton de propreté. Dans tous les cas, on s'affranchira de l'aléa gel/dégel, assuré ici à une profondeur supérieure à 0,5 m par rapport au terrain naturel.

5.2. Descentes de charges

D'après les éléments transmis par le bureau d'études structure AEC, il est prévu de fonder le bâtiment sur des fondations superficielles de types semelles isolées et filantes.

Le tableau ci-dessous synthétise les descentes de charge communiquées par le BET AEC.

Descente de charge des semelles filantes		
Type	Charge permanente (kN/ml)	Charge d'exploitation (kN/ml)
1	120	30
2	90	15
3	140	25
4	35	10
5	180	75

Tableau 12 : Descentes de charges des semelles filantes

Remarque :

Ces différentes semelles filantes seront divisées en sous-groupes en fonction de la profondeur de leur assise, variant entre 1,3 ; 1,8 et 2,7 m / TN, les remblais argilo-graveleux s'épaississant vers le Sud. Elles seront nommées « x.y » avec « x » le type de fondation et « y » la profondeur d'assise associée, 1 correspondant 1,3 m, 2 à 1,8 m et 3 à 2,7 m /TN.

Descente de charge des semelles isolées		
Type	Charge permanente (kN)	Charge d'exploitation (kN)
A	530	60
B	730	90
C	290	75
D	220	55
E	510	220
F	930	180
G	190	70

Tableau 13 : Descentes de charge des semelles isolées

Dans les calculs, nous retiendrons les combinaisons suivantes :

- ELS QP (Etats Limites de Service Quasi-Permanent) :

$$G + \psi_2 \cdot Q$$

- ELS Carac. (Etats Limites de Service Caractéristique) :

$$G + Q$$

- ELU Fond. (Etats Limites Ultimes Fondamental) :

$$\gamma_{maxi} * G + \gamma_{maxi} * Q$$

Nous retiendrons la nomenclature définie par les Eurocodes. Nous l'adapterons au présent projet et la présentons ci-dessous.

	Coefficient de pondération γ_{mini}	Coefficient de pondération γ_{maxi}	Coefficient d'accompagnement		
			ψ_0	ψ_1	ψ_2
Charge permanent : G		-			
Poids propre	G	1	1,35	-	-
Charge d'exploitation : Q		-			
	Q	0	1,5	0,7	0,5

Tableau 14 : Coefficient de pondération

Dans la suite du rapport, les descentes de charges retenues pour justifier les fondations des bâtiments sont les suivantes :

Type de fondation	Appuis	ELS (kN)		ELU (kN)
		Caractéristique	Quasi-permanent	Fondamental
Filantes	1.1	180	170	240
	1.2	190	180	250
	2.2	140	130	180
	2.3	150	140	190
	3.2	210	200	270
	4.1	60	60	80
	4.2	70	60	80
	4.3	80	70	90
	5.2	310	280	410
Isolées	A	680	650	890
	B	1000	970	1310
	C	430	400	570
	D	320	300	430
	E	850	760	1140
	F	1330	1260	1750
	G	330	300	430

Tableau 15 : Descentes de charge pondérées retenues

Ces descentes de charges devront être vérifiées par le BET structures. En cas d'écart significatif, le géotechnicien sera tenu informé de ces éléments pour une vérification complémentaire éventuelle du dimensionnement des fondations.

Nota :

Selon les descentes de charges transmises, les fondations travaillent uniquement en compression. L'effort est estimé vertical et centré sur la fondation. Les descentes de charges retenues pour ces fondations, prennent en compte le poids propre des fondations et les charges apportées par la dalle portée. L'ensemble des pondérations retenues devront être validées par le bureau d'étude structure.

6. Etudes des fondations superficielles

6.1. Méthodologie de calcul

6.1.1. Règlement de calcul

Les calculs ont été réalisés conformément aux prescriptions de l'EUROCODE 7 (EC7) et de sa norme d'application nationale NF P94-261 – Justification des ouvrages géotechniques – Fondations superficielles.

Conformément à cette Norme d'application nationale, il doit être vérifié, pour la combinaison d'action fondamentale et la situation de projet la plus défavorable vis-à-vis de l'état limite ultime (ELU), la sécurité vis-à-vis des modes de rupture suivants :

- Rupture par poinçonnement du sol support : défaut de capacité portante et excès d'excentricité du chargement appliqué à la fondation,
- Rupture par renversement : excès d'excentricité du chargement appliqué à la fondation,
- Rupture par glissement : défaut de stabilité liée au glissement de la fondation.

Il doit être vérifié, pour la combinaison d'action quasi-permanente et la situation de projet la plus défavorable vis-à-vis de l'état limite de service (ELS), un critère de tassement acceptable vis-à-vis de la structure.

6.1.2. Vérification de la capacité portante

Aux ELU comme aux ELS, la condition de non-rupture par défaut de portance du terrain s'écrit :

$$V_d - R_0 \leq R_{v,d}$$

Où :

V_d : valeur de calcul de la composante verticale de la charge transmise par la fondation au sol ($V_d = \gamma_G G_{\max}$ aux ELU et $V_d = G_{\max}$ aux ELS),

R_0 : valeur du poids du volume du sol constitué du volume de la fondation sous le terrain après travaux, et des sols compris entre la fondation et le terrain après travaux

$R_{v,d}$: valeur de calcul de la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle qui s'écrit :

$$R_{v,d} = \frac{A' \times q_{net}}{\gamma_{r,v} \times \gamma_{r,v,d}}$$

Où :

A' : surface effective de la fondation superficielle,

$\gamma_{r,v}$: facteur partiel de portance (cf. tableau ci-après),

$\gamma_{r,v,d}$: coefficient de modèle associé à la méthode de calcul pressiométrique (cf. tableau ci-après),

q_{net} : contrainte associée à la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle calculée selon la méthode pressiométrique (NF P 94-261 – Annexe D), elle s'écrit :

$$q_{net} = k_p p_{ie}^* i_\delta i_\beta$$

Où :

i_β : coefficient de réduction de portance lié à l'inclinaison du chargement (vaut 1 si la charge est verticale),

i_δ : coefficient de réduction de portance lié à la proximité d'un talus de pente β (vaut 1 si fondation suffisamment éloignée du talus),

p_{le}^* : pression limite nette équivalente, prise égale à P_l^* dans le cas d'un sol homogène,

K_p : facteur de portance pressiométrique défini dans le *tableau D.2.3 de la norme NF P 94 261*.

Les coefficients correcteurs à prendre en compte sont présentés dans le Tableau 16 suivant :

Situation	Coefficient partiel pour le calcul de la portance - $\gamma_{r,v}$	Coefficient de méthode (Calcul pressiométrique) $\gamma_{r,v,d}$
ELU transitoire et durable	1,4 (Tableau B.3.3 – Jeu R2 – NF P 261)	1,2
ELU sismique	1,4	
ELU accidentel	1,2	
ELS Quasi-permanent	2,3	
ELS caractéristique		

Tableau 16 : Coefficient à prendre en compte dans la vérification de la portance du sol aux ELU et ELS

La surface d'assise effective A' de la fondation superficielle, pour le cas d'une semelle rectangulaire, s'exprime par la relation suivante (Norme NF P 94-261 – Annexe Q) :

$$A' = (B - 2e_B)(L - 2e_L)$$

Où :

B : Largeur de la fondation rectangulaire (en m)

L : Longueur de la fondation rectangulaire (en m)

e_B : Excentricité de la charge selon la largeur de la fondation (en m). Avec $e = M/Q_v$, d

e_L : Excentricité de la charge selon la longueur de la fondation (en m). Avec $e = M/Q_v$, d

La surface d'assise effective A' de la fondation superficielle, pour le cas d'une semelle filante, s'exprime par la relation suivante (Norme NF P 94-261 – Annexe Q) :

$$A' = L.B.(1-2.e/B)$$

Où :

B : Largeur de la fondation filante (en m)

L : Longueur de la fondation filante (en m)

e_B : Excentricité de la charge selon la largeur de la fondation (en m). Avec $e = M/Q_v$, d

6.2. Méthodologie de calcul

6.2.1. Excentrement du chargement – Renversement

La stabilité au renversement est justifiée en assurant une compression au sol d'assise en sous-face de la fondation, sur au moins :

- 100% de la surface d'assise totale dans un cas de charge à l'ELS permanent
- 75% e la surface d'assise totale dans un cas de charge à l'ELS caractéristique
- 10% de la surface d'assise totale dans un cas de charge à l'ELU (fondamental, accidentel et sismique).

Ces seuils peuvent être traduits en critères d'excentricité maximale du chargement. Cela est résumé dans les tableaux ci-dessous :

Cas de chargement	Surface d'assise effective comprimée A' devant être vérifiée	Inéquation à vérifier pour stabilité au renversement d'une fondation rectangulaire de dimension L x B	Références sur la Norme NF P 94-261
ELS qp	= 100%	$(1-2eB/B) \times (1-2eL/L) \geq 2/3$	Formule 13.3.3
ELS car	$\geq 75\%$	$(1-2eB/B) \times (1-2eL/L) \geq 1/2$	Formule 13.3.6
ELU	$\geq 10\%$	$(1-2eB/B) \times (1-2eL/L) \geq 1/15$	Formule 9.5.3

Tableau 17 : Inéquations devant être vérifiées pour la justification de la stabilité au renversement d'une fondation rectangulaire

Cas de chargement	Surface d'assise effective comprimée A' devant être vérifiée	Inéquation à vérifier pour stabilité au renversement d'une fondation filante de dimension L x B	Références sur la Norme NF P 94-261
ELS qp	= 100%	$(1-2e/B) \geq 2/3$	Formule 13.3.1
ELS car	$\geq 75\%$	$(1-2e/B) \geq 1/2$	Formule 13.3.4
ELU	$\geq 10\%$	$(1-2e/B) \geq 1/15$	Formule 9.5.1

Tableau 18 : Inéquations devant être vérifiées pour la justification de la stabilité au renversement d'une fondation filante

6.2.1.1. Vérification de la stabilité au glissement (ELU)

Aux ELU, la condition de stabilité au glissement de la fondation s'écrit (formule 10.1.1 de la Norme NF P 94-261):

$$H_d \leq R_{h;d} + R_{p;d}$$

Où :

- H_d : La composante horizontale de la charge transmise par la fondation au terrain,
- $R_{h;d}$: La résistance au glissement de la fondation,
- $R_{p;d}$: La résistance frontale ou tangentielle de la fondation à l'effet de H_d .

Soit, dans le cas présent :

$$H_d \leq \frac{V_d \tan \phi'}{\gamma_{g1}}$$

Avec :

- **H_d** et **V_d** : Les efforts horizontaux et verticaux calculés pour les combinaisons ELU fondamentales et accidentelles,
- **A'** : L'aire de la surface comprimée sous la semelle. On considèrera, aux ELU, que la stabilité au renversement vérifiera une surface comprimée minimale de 10%,
- **φ'** et **c'** : l'angle de frottement interne et la cohésion effective du sol à la base de la fondation,
- **γ_{g1}** : Le coefficient de sécurité partiel sur le paramètre tan φ'. On considère que γ_{g1} = 1,21.

6.2.2. Estimation des tassements prévisionnels sous les fondations (ELS)

D'après l'Annexe L de la norme d'application nationale NF P94-261, il est admis, pour les structures courantes à fondations isolées, des tassements totaux atteignant 50 mm et des tassements différentiels de 20 mm entre colonnes adjacentes.

A l'ELS en combinaison quasi-permanente, les valeurs de tassements seront déterminées à partir de la méthode pressiométrique. Cette méthode permet d'estimer le tassement final d'une fondation superficielle à partir des valeurs de module E_m déduites des essais au pressiomètre Ménard.

Le tassement total S_f est la somme du tassement sphérique S_c dû aux déformations volumétriques et du tassement déviatorique S_d dû aux déformations de cisaillement. Les tassements sphérique S_c et déviatorique S_d sont calculés respectivement à partir des relations ci-après.

$$s_c = \frac{\alpha}{9E_M} (q' - \sigma'_{v0}) \lambda_c B$$

$$s_d = \frac{2}{9E_M} (q' - \sigma'_{v0}) B_0 \left(\lambda_d \frac{B}{B_0} \right)^\alpha$$

Où :

- **E_m** : Le module pressiométrique Ménard,
- **q'** : La contrainte moyenne effective appliquée au sol par la fondation,
- **σ'_{v0}** : La contrainte verticale effective au niveau de fondation, dans la configuration du terrain avant travaux,
- **B₀** : La largeur de référence égale à 0,60 m,
- **B** : La largeur de la fondation,
- **α** : Le coefficient rhéologique dépendant de la nature du sol,
- **λ_c** et **λ_d** : Les coefficients de forme, fonction du rapport L/B.

Tableau H.2.1.1.3 – Coefficients de forme

L/B	Cercle	Carré	2	3	5	≥20
	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50
λ _d	1,00	1,12	1,53	1,78	2,14	2,65

6.3. Modélisation et dimensionnement des fondations

6.3.1. Références normatives et moyens informatiques

Le dimensionnement et la vérification de la stabilité des fondations sont menés à partir des résultats des essais pressiométriques conformément à la norme NF P94-261 de juin 2013 (Justification des ouvrages géotechniques – Normes d'application nationale de l'EUROCODE 7 – Fondations superficielles).

Les vérifications sont effectuées à l'aide du logiciel FOXTA V4, développé par TERRASOL, et notamment le module FONDSUP pour l'étude de dimensionnement des fondations de type superficielles (semelles isolées et filantes).

6.3.2. Vérification de la stabilité des fondations de l'extension

Les géométries des fondations superficielles et isolées envisagées pour le projet à ce stade sont les suivantes :

Géométrie	Longueur (m)	Largeur (m)	Hauteur (m)	Profondeur ancrage (m/TN)
1.1	Linéaire	0,8	1,3	-1,3
1.2		0,8	1,8	-1,8
2.2		0,6	1,8	-1,8
2.3		0,6	2,7	-2,7
3.2		0,8	1,8	-1,8
4.1		0,4	1,3	-1,3
4.2		0,4	1,8	-1,8
4.3		0,4	2,7	-2,7
5.2		1,1	1,8	-1,8
A	1,6	1,6	1,3	-1,3
B	2,0	2,0	1,8	-1,8
C	1,2	1,2	1,8	-1,8
D	1,0	1,0	1,8	-1,8
E	1,6	1,6	1,8	-1,8
F	2,2	2,2	1,8	-1,8
G	1,0	1,0	2,7	-2,7

Tableau 19 : Géométries des fondations de l'extension

La figure ci-après illustre la coupe de principe des fondation envisagées à ce stade.

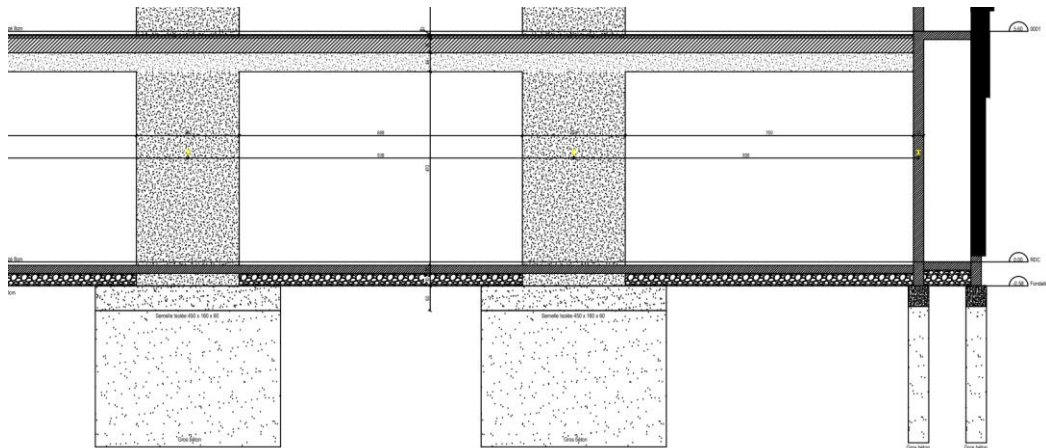


Figure 24 : Vue en coupe des fondations envisagées

Nota :

Le rattrapage entre l'arase inférieure des fondations superficielles et la profondeur d'ancrage pourrait être réalisé avec du gros béton.

La figure suivante illustre la position et la nomination des fondations de l'extension.

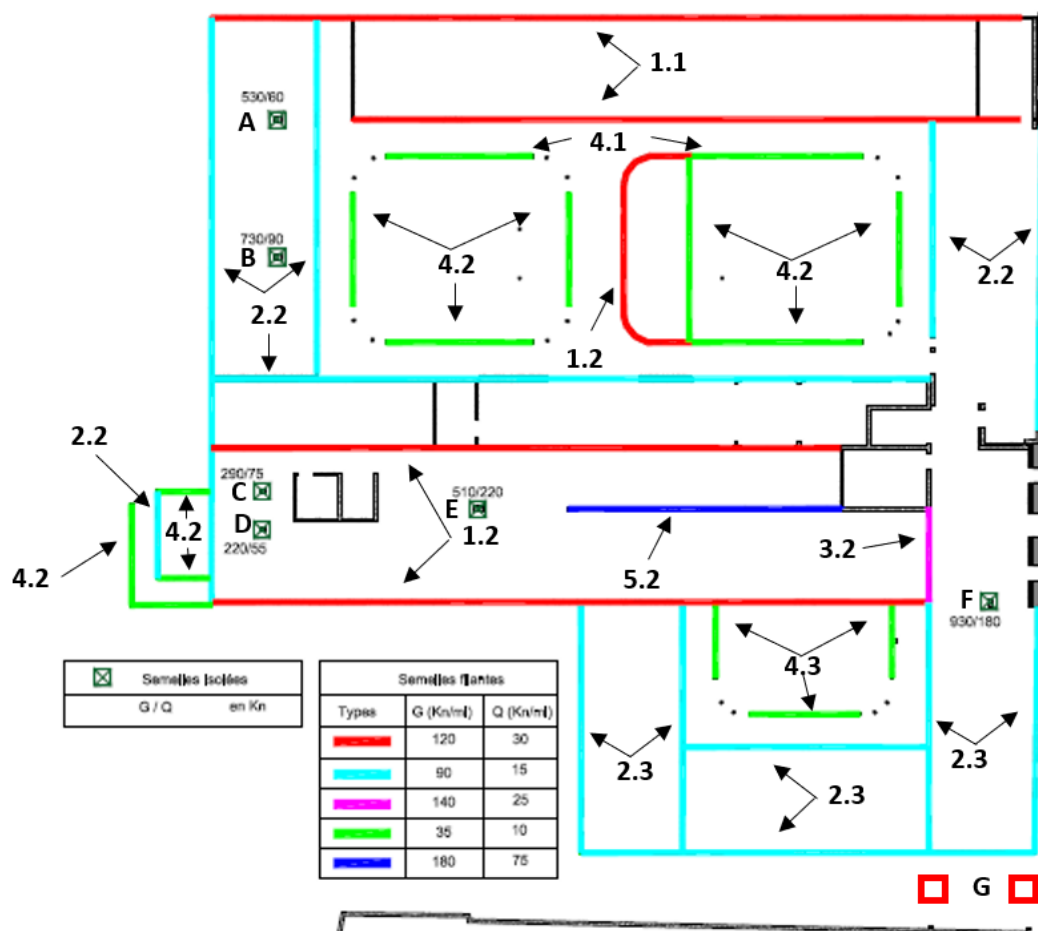


Figure 25 : Repérages de la position des appuis

Remarque :

La distance entre les appuis G et les limites du bâtiment avoisinant est relativement faible. Pour éviter toutes interactions entre les fondations des deux ouvrages, une distance de 1,5 m entre l'entre-axes des appuis et les limites du bâtiment du Pôle économique, devra être respectée. Ces éléments ont été approuvés par le BET AEC, ne remettant pas en question les descentes de charge communiquées ni la pérennité de l'ouvrage.

De plus, la présence d'un mur conservé, au niveau de la façade Est de l'extension et l'aile Nord du projet, correspondant au bâtiment Trelat, sur lesquels les fondations 1.1 ; 2.2 et 2.3 seront raccordées, nécessitera la mise en place d'un blindage dimensionné pour reprendre les contraintes apportées par les existants et les poussées des terres en amont. **Ce blindage devra faire l'objet d'une vérification au stade Exécution, dans le cadre d'une mission d'exécution géotechnique – Mission G3 au sens de la norme NF P94 500.**

Le tableau ci-après présente les efforts considérés sous le module FONDSUP du logiciel Foxta V4, pour le dimensionnement des fondations des locaux et correspondant aux efforts maximums appliquées sur les fondations.

Géométrie	Comb.	Poids propre semelle filante (kN/ml)	V _d (kN)
1.1	ELU _{fond}	26,0	233
	ELS _{carac}		176
	ELS _{QP}		164
1.2	ELU _{fond}	36,0	243
	ELS _{carac}		186
	ELS _{QP}		174
2.2	ELU _{fond}	27,0	171
	ELS _{carac}		132
	ELS _{QP}		126
2.3	ELU _{fond}	40,5	185
	ELS _{carac}		146
	ELS _{QP}		140
3.2	ELU _{fond}	36,0	263
	ELS _{carac}		201
	ELS _{QP}		191
4.1	ELU _{fond}	13,0	75
	ELS _{carac}		58
	ELS _{QP}		54
4.2	ELU _{fond}	18,0	80
	ELS _{carac}		63
	ELS _{QP}		59
4.3	ELU _{fond}	27,0	89
	ELS _{carac}		72
	ELS _{QP}		68
5.2	ELU _{fond}	49,5	405
	ELS _{carac}		305
	ELS _{QP}		275

Géométrie	Comb.	Poids propre semelle isolée (kN)	V _d (kN)
A	ELU _{fond}	83,2	889
	ELS _{carac}		673
	ELS _{QP}		649
B	ELU _{fond}	180,0	1301
	ELS _{carac}		1000
	ELS _{QP}		964
C	ELU _{fond}	64,8	569
	ELS _{carac}		430
	ELS _{QP}		400
D	ELU _{fond}	45,0	425
	ELS _{carac}		320
	ELS _{QP}		298
E	ELU _{fond}	115,2	1134
	ELS _{carac}		845
	ELS _{QP}		757
F	ELU _{fond}	217,8	1743
	ELS _{carac}		1328
	ELS _{QP}		1256
G	ELU _{fond}	67,5	429
	ELS _{carac}		328
	ELS _{QP}		429

Tableau 20 : Descentes de charges considérées sous le module FONDSUP du logiciel Foxta V4

Le tableau suivant présente les principaux résultats de la modélisation sous le module FONDSUP du logiciel Foxta V4 :

Géométrie	Cas de charge	Capacité portante				Estimation des tassements (cm)
		V _d (kN)	R ₀ (kN)	R _{v,d} (kN)	V _d -R ₀ < R _{v,d}	
1.1	ELU _{fond}	233,0	20,8	375,3	Vérifiée	< 1,0
	ELS _{carac}	176,0	20,8	228,45		
	ELS _{QP}	164,0	20,8	228,45		
1.2	ELU _{fond}	243,0	28,8	385,66		< 1,0
	ELS _{carac}	186,0	28,8	234,75		
	ELS _{QP}	174,0	28,8	234,75		
2.2	ELU _{fond}	171,0	28,8	385,66		< 1,0
	ELS _{carac}	132,0	28,8	234,75		
	ELS _{QP}	126,0	28,8	234,75		
2.3	ELU _{fond}	185,0	32,4	292,05		< 1,0
	ELS _{carac}	146,0	32,4	177,77		
	ELS _{QP}	140,0	32,4	177,77		
3.2	ELU _{fond}	263,0	28,8	385,66		< 1,0
	ELS _{carac}	201,0	28,8	234,75		
	ELS _{QP}	191,0	28,8	234,75		
4.1	ELU _{fond}	75,0	15,6	288,81		< 1,0
	ELS _{carac}	58,0	15,6	175,8		
	ELS _{QP}	54,0	15,6	175,8		
4.2	ELU _{fond}	80,0	14,4	194,7		< 1,0
	ELS _{carac}	63,0	14,4	118,51		
	ELS _{QP}	59,0	14,4	194,7		
	ELS _{carac}	328,0	54,0	668,86		

Géométrie	Cas de charge	Capacité portante				Estimation des tassements (cm)
		V _d (kN)	R ₀ (kN)	R _{v;d} (kN)	V _d -R ₀ < R _{v;d}	
1.1	ELU _{fond}	233,0	20,8	375,3	Vérifiée	< 1,0
	ELS _{carac}	176,0	20,8	228,45		
	ELS _{QP}	164,0	20,8	228,45		
1.2	ELU _{fond}	243,0	28,8	385,66		< 1,0
	ELS _{carac}	186,0	28,8	234,75		
	ELS _{QP}	174,0	28,8	234,75		
2.2	ELU _{fond}	171,0	28,8	385,66		< 1,0
	ELS _{carac}	132,0	28,8	234,75		
	ELS _{QP}	126,0	28,8	234,75		
2.3	ELU _{fond}	185,0	32,4	292,05		< 1,0
	ELS _{carac}	146,0	32,4	177,77		
	ELS _{QP}	140,0	32,4	177,77		
3.2	ELU _{fond}	263,0	28,8	385,66		< 1,0
	ELS _{carac}	201,0	28,8	234,75		
	ELS _{QP}	191,0	28,8	234,75		
4.1	ELU _{fond}	75,0	15,6	288,81		< 1,0
	ELS _{carac}	58,0	15,6	175,8		
	ELS _{QP}	54,0	15,6	175,8		
4.2	ELU _{fond}	80,0	14,4	194,7		< 1,0
	ELS _{carac}	63,0	14,4	118,51		
	ELS _{QP}	59,0	14,4	194,7		
4.3	ELU _{fond}	89,0	14,4	146,02		< 1,0
	ELS _{carac}	72,0	14,4	88,89		
	ELS _{QP}	68,0	14,4	88,89		
5.2	ELU _{fond}	405,0	39,6	515,42		< 1,0
	ELS _{carac}	305,0	39,6	313,73		
	ELS _{QP}	275,0	39,6	313,73		
A	ELU _{fond}	889,0	66,56	1615,7		< 1,0
	ELS _{carac}	673,0	66,56	983,5		
	ELS _{QP}	649,0	66,56	983,5		
B	ELU _{fond}	1301,0	144,0	5751,2		< 1,0
	ELS _{carac}	1000,0	144,0	3500,7		
	ELS _{QP}	964,0	144,0	3500,7		
C	ELU _{fond}	569,0	51,84	982,36		< 1,0
	ELS _{carac}	430,0	51,84	597,96		
	ELS _{QP}	400,0	51,84	597,96		
D	ELU _{fond}	425,0	36,0	702,91		< 1,0
	ELS _{carac}	320,0	36,0	427,86		
	ELS _{QP}	298,0	36,0	427,86		
E	ELU _{fond}	1134,0	92,16	2157,2		< 1,0
	ELS _{carac}	845,0	92,16	1313,1		
	ELS _{QP}	757,0	92,16	1313,1		
F	ELU _{fond}	1743,0	174,24	8458,1		< 1,0
	ELS _{carac}	1328,0	174,24	5148,4		
	ELS _{QP}	1256,0	174,24	5148,4		
G	ELU _{fond}	429,0	54,0	1098,0		< 1,0
	ELS _{carac}	328,0	54,0	668,86		
	ELS _{QP}	300,0	54,0	668,86		

Tableau 21 : Résultats de la modélisation sous FONDSUP des fondations de l'extension

Dans ces conditions, la stabilité vis-à-vis du poinçonnement est vérifiée à l'ELU et à l'ELS pour les fondations proposées. Les tassements absolus estimés sont inférieurs à 25 mm et les tassements différentiels estimés seraient faibles (de l'ordre du mm/m).

L'ensemble des résultats Foxta liés à la modélisation des fondations, sont présentés en Annexe V du présent document.

6.3.3. Coefficient de réaction verticale K_v

La raideur verticale K_v , sous le chargement ELS-QP, peut être estimée à long-terme à partir du modèle de Ménard selon l'expression générale suivante :

$$K_v = 9 \frac{A}{\frac{\lambda_c B \alpha}{E_c} + 2 \frac{B_0}{E_d} \left(\frac{\lambda_d B}{B_0} \right)^\alpha}$$

Avec :

- λ_c : un coefficient de forme volumique, donné dans le tableau ci-dessous ;
- λ_d : un coefficient de forme déviatorique, donné dans le tableau ci-dessous ;

L/B	Cercle	Carré	2	3	5	20
λ_c	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50
λ_d	1,00	1,12	1,53	1,78	2,14	2,65

- B : La largeur (ou diamètre) de la fondation ;
- B_0 : La dimension de référence égale à 0,60 m ;
- E_c module pressiométrique équivalent dans la zone volumique ;
- E_d module pressiométrique équivalent dans la zone déviatorique.

La raideur verticale K_v , sous chargement ELS-QP, peut être estimée à court-terme à partir de la relation suivante :

$$K_{v,CT} = K_{v,LT} \times 2$$

A partir de ces expressions, les raideurs équivalents verticales suivantes ont été estimées :

Fondation	K _v (kN/m)	
	Court-terme	Long-terme
1.1	1,7. 10 ⁴	3,5. 10 ⁴
1.2	1,9. 10 ⁴	3,7. 10 ⁴
2.2	1,9. 10 ⁴	3,7. 10 ⁴
2.3	1,8. 10 ⁴	3,6. 10 ⁴
3.2	1,9. 10 ⁴	3,7. 10 ⁴
4.1	1,4. 10 ⁴	2,8. 10 ⁴
4.2	1,1. 10 ⁴	2,3. 10 ⁴
4.3	1,1. 10 ⁴	2,3. 10 ⁴
5.2	2,4. 10 ⁴	4,8. 10 ⁴
A	6,4. 10 ⁴	1,3. 10 ⁵
B	9,5. 10 ⁴	1,9. 10 ⁵
C	4,3. 10 ⁴	8,6. 10 ⁴
D	3,2. 10 ⁴	6,3. 10 ⁴
E	6,8. 10 ⁴	1,3. 10 ⁵
F	1,1. 10 ⁵	2,8. 10 ⁵
G	3,7. 10 ⁴	7,4. 10 ⁴

Tableau 22 : Raideurs équivalents verticales

Nota :

Les calculs ont été réalisés à l'aide du logiciel FoxtaV4 module FONDSUP.

7. Prédimensionnement de l'ouvrage de soutènement

7.1. Hypothèses de calcul

7.1.1. Données sur le bâtiment existant

Plusieurs reconnaissances de fondation ont été réalisées sur les avoisinants au projet, notamment sur les deux façades conservées de l'ancien bâtiment TRELAT. Ces avoisinants apportent des surcharges supplémentaires en tête des fouilles et doivent être reprises par les dispositifs de blindage ou soutènement provisoire pour réalisation des nouvelles fondations superficielles.

Le tableau ci-dessous, récapitule les caractéristiques géométriques des fondations de l'existant présentées au § 4.2.

Reconnaissance de fondation	Type de fondation	Encastrement (m/TN)	Largeur du débord (m)	Epaisseur de la fondation (m)
RF10	Semelle filante en pierre	0,91	0,25	0,65

Tableau 23 : Caractéristiques géométriques des fondations des avoisinants au projet

Considérant un débord des massifs par rapport au bâtiment de 0,25 m, les futurs travaux devront respecter une distance minimale de 0,3 m/bâtiment.

7.1.2. Niveau d'eau

Selon l'étude hydrogéologique réalisée en 2021, le niveau piézométrique de la nappe superficielle se situe à environ 13 m NGF, soit à une profondeur comprise entre 4 et 5 m par rapport au terrain naturel.

Remarque :

Pour effectuer des travaux dans de bonnes conditions et à sec, un système de pompage pourrait être nécessaire en fonction du niveau réel de la nappe lors des travaux, celle-ci pouvant fluctuer en fonction des conditions météorologiques.

7.1.3. Surcharges

Selon les reconnaissances de fondations, les ouvrages avoisinants de type R+1, sont fondés sur des fondations superficielles en pierre, ancrées à une profondeur d'environ 1,0 m/TN. Dans la suite de l'étude une surcharge de 15 kPa sera associée à ces avoisinants dans les calculs de prédimensionnement des blindages.

En plus de la surcharge apportée par les façades du bâtiment TRELAT, la présence de nombreux arbres aux abords de la fouille induit l'apport d'une surcharge supplémentaire à prendre également en compte pour le prédimensionnement des éléments de soutènement ou blindage provisoire. Une surcharge de 10 kPa sera alors intégrée à l'étude.

7.1.4. Modèle géotechnique

Le modèle géotechnique est défini au §4.7.

7.2. Estimation des actions de poussée sur le blindage

7.2.1. Poussée des terres

La profondeur maximale des fouilles est de l'ordre de 2,7 m/TN et est considérée comme une tranchée blindée. La résultante de la poussée des terres pour ce type d'ouvrage dans un contexte de remblais argileux est estimée par la formule suivante en utilisant la méthode des terres au repos :

$$P_3 = 0,25 \times \gamma \times H^2$$

Avec :

- P : résultante de la poussée des terres pour des argiles molles (kN)
- γ : poids volumique des terrains (kN/m^3), pris égal à 19 kN/m^3
- H : hauteur de la fouille (m), prise égale à 2,7 m

Remarque :

Les valeurs prises en compte pour l'angle de frottement des remblais sont estimées à partir du retour d'expérience d'Antea Group. La pression résultante de cette poussée s'applique à $0,33H$ de la base de la fouille, soit à 1,8 m /TN.

Le diagramme de pression des terres à considérer est le suivant (cf. 26) :

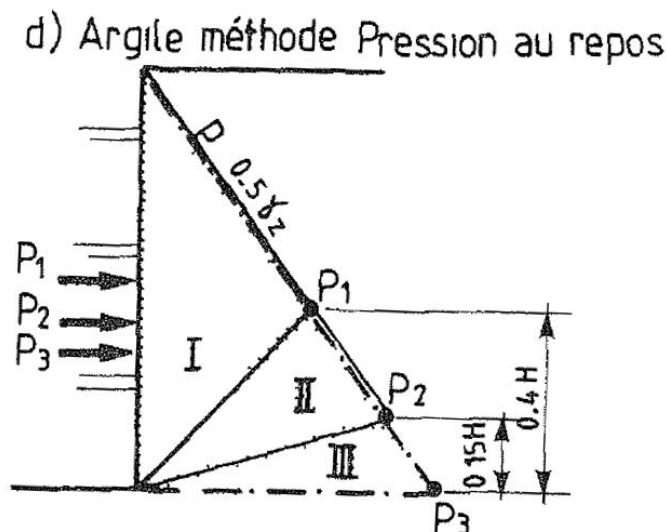


Figure 26 : Diagramme de la poussée des terres pour un sol argileux

Avec les hypothèses de calcul énoncées précédemment, la résultante de la pression des terres est d'environ **35 kN**.

7.2.2. Poussée des terres liées aux surcharges des avoisinants

La charge liée aux bâtiments existants et aux arbres, appliquée sur le blindage, est estimée en prenant en compte la répartition des charges dans le sol de la manière suivante :

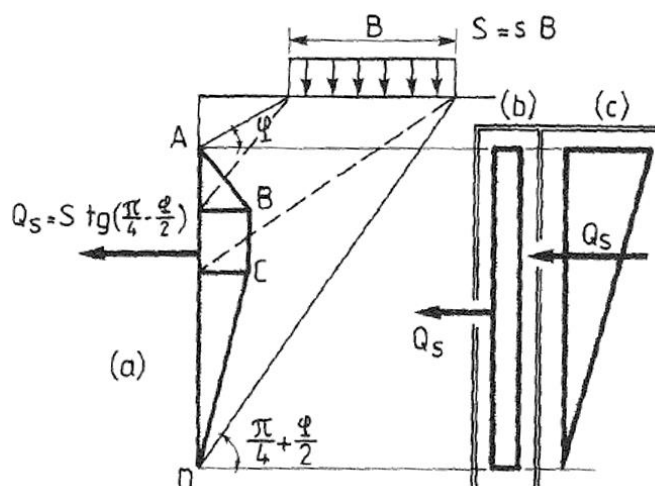


Figure 27 : Schéma de la répartition de charge sous les fondations du bâtiment

Les calculs de la contrainte résiduelle se baseront sur :

- Une surcharge de 15 kPa appliquée à une profondeur de 1,0 m/TN pour les avoisinants ;
- Une profondeur de fouille de 2,7 m/TN ;
- Une surcharge de 10 kPa appliquée au niveau du terrain naturel pour les arbres.

Les charges résiduelles liées à la présence de ces éléments s'appliquent à une profondeur de 1,55 m/TN pour les avoisinants et 0,9 m/TN pour les arbres.

Ainsi, la résultante des contraintes résiduelles serait de l'ordre :

$$Q_{S(\text{avoisinant})} = s \times l \times \tan\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2}\right) = 15 \times 0,7 \text{ m} \times \tan\left(\frac{\pi}{4} - \frac{25}{2}\right) \approx 7 \text{ kN/ml}$$

$$Q_{S(\text{arbre})} = s \times l \times \tan\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2}\right) = 10 \times 1,0 \text{ m} \times \tan\left(\frac{\pi}{4} - \frac{25}{2}\right) \approx 7 \text{ kN/ml}$$

Avec :

- s : La surcharge apportée (kPa) ;
- l : la longueur de la base (m) ;
- Φ : L'angle de frottement des sols (°).

Dans le cas de la présente étude et afin de retenir des hypothèses sécuritaires, l'angle de frottement retenu pour les remblais argileux est de 25°.

Le diagramme de répartition est précisé par la suite.

7.2.3. Synthèse

D'après les calculs ci-avant, les forces exercées sur la paroi seraient les suivantes :

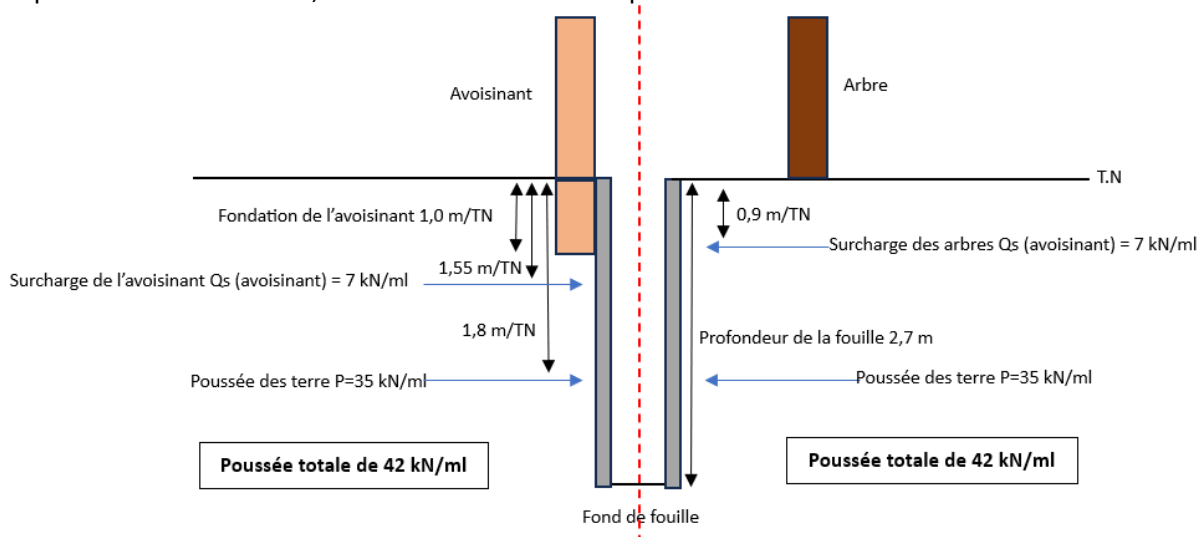


Figure 28 : Récapitulatif des forces exercées sur la paroi du blindage

Il peut être considéré une pression maximale sur l'écran de l'ordre de **42 kN/ml, soit 15,6 kN/m²** en prenant en compte la poussée de terre sur une hauteur de 2,7 m et la présence des avoisinants (façades et arbres), sans que celles-ci ne se cumulent au vu de la configuration du site.

A titre d'exemple, sur la base de ces éléments, il pourrait être retenu une solution de blindage coulissant « double glissière standard série 750 » ou équivalent avec des panneaux d'une largeur de 4,0 m pouvant reprendre une pression de 39,5 kN/m². La fiche technique de la solution proposée est disponible en annexe IV.

Nota :

Il conviendra de réaliser un dimensionnement précis lors de l'étude d'exécution pour définir le type de panneau et les éléments de structure nécessaire pour reprendre la pression des sols, dans le cadre d'une Mission G3 au sens de la Norme NF P 94-500.

Les points suivants devront notamment être vérifiés :

- **Panneau : Vérification de la résistance du panneau ;**
- **Poteau droit et d'angle : Vérification au moment de flexion ;**
- **Étalement : Vérification de la résistance de l'étalement.**

L'entreprise proposera alors la fourniture et le dimensionnement du blindage en fonction du matériel réellement mis en place.

8. Assises de voiries et structures de chaussée

8.1. Généralité

Une voirie est constituée des éléments suivants :

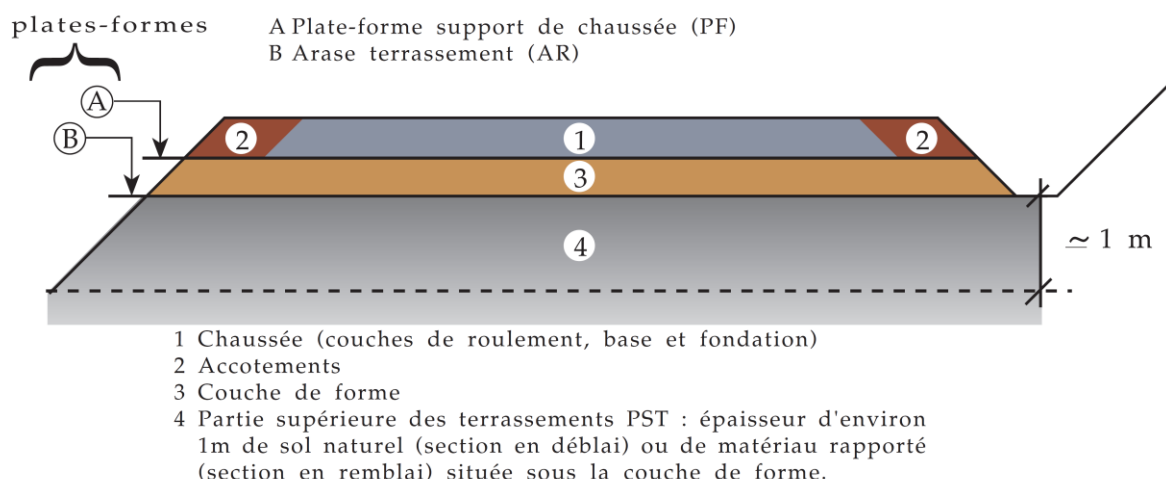


Figure 29 : Couches constituant une voirie

(Source : GTR)

8.2. Définition de la PST

Les plateformes actuelles sont constituées de sols argilo-sable à argilo-graveleux de matériaux de classes B₅.

Sur l'emprise du tracé, les zones de terre végétale seront décapées pour construction de la couche de forme (épaisseur moyenne de l'ordre de 0,3 m). Les sols remaniés (remblais) par des opérations quelconques, ou les zones présentant une humidité ne parvenant pas à être maîtrisée, seront purgés.

Les fonds de forme devront être refermés dès l'arrivée de la pluie et la veille de week-end ou de périodes d'interruption. Une pente latérale minimale de 2% orientée vers une tranchée drainante ou un fossé raccordé à un exutoire sera réalisée, afin de maintenir l'intégrité et la portance des plateformes.

La PST correspondant à une épaisseur de sol d'environ 1,0 m sous la couche de forme d'une chaussée. Différents cas de PST sont définis et décrits dans le GTR. Cette description est complétée par la portance à long terme de l'arase de terrassement (notée AR) pour laquelle 4 autres classes d'arase sont distinguées.

Selon nos observations de terrain sur les plateformes, nous pouvons qualifier l'arase de terrassement comme une **P.S.T n°1 et AR1**.

Les plateformes actuelles pourraient être qualifiées de **PST n°0** en cas de conditions climatiques défavorables.

8.3. Plateforme de support

En-dessous d'un cas de PST n°2 – AR1, le GTR stipule que la mise en œuvre d'un matériau répondant à une qualité « couche de forme » n'est pas réalisable.

Une purge des matériaux et l'approvisionnement de matériaux support sur une épaisseur de substitution de 0,5 m au minimum devra être réalisée avec du matériau granulaire insensible à l'eau, de type 0/60 mm, constituant une substitution des terrains en place.

Cette substitution préalable devra ramener la plateforme support dans un cas **PST n°2 – AR1 minimum** (≥ 35 MPa à l'EV2).

8.4. Définition de la couche de forme

Le prédimensionnement des voiries a été réalisé conformément au Guide des Terrassements Routiers (édition SETRA) et du Catalogue des structures types de chaussée neuves (édition SETRA), pour une plateforme PF2 (couche de forme à réceptionner avec un module de déformation réversible EV2 supérieur à 50 MPa).

L'hypothèse est faite que les voiries supporteront un trafic de classe **t5 (équivalent à < 25 PL / j)**.

Bien que les exigences requises à court terme pour la plateforme support puissent être momentanément obtenues au niveau de l'arase sur substitution de la plateforme support, il est cependant nécessaire de prévoir la réalisation d'une couche de forme d'une épaisseur minimale de 0,35 m compactées en couches minces. Cette couche de forme pourra être réalisée en matériaux granulaires insensibles à l'eau séparés de la PST par un géotextile de classe 4.

La couche de forme sera ainsi constituée (description du haut vers le bas) :

- Un matériau granulaire GNT, de type 0/31,5 mm – matériau de type D₂₁¹, sur une épaisseur de 0,35 m, permettant le réglage superficiel de la couche de forme ;
- Géotextile anti-contaminant de classe 4 ;
- Matériau granulaire insensible à l'eau, de type 0/60 mm, sur une épaisseur de 0,5 m, constituant une substitution des terrains en place ;
- Les matériaux argilo-graveleux de l'encaissant, constituant le fond de forme et la PST de ma voirie. Cette arase fera l'objet d'un compactage, avant la mise en œuvre des matériaux de la couche de forme.

Les matériaux utilisés devront répondre aux exigences suivantes : VBS < 0,1 et MDE < 45.

Sa mise en œuvre devra respecter les conditions d'utilisation prescrites par le GTR. Dans le cas, une planche d'essai devra être réalisée afin de définir les conditions optimales de mise en œuvre.

Un géotextile anti-contaminant sera inséré entre la couche de forme actuelle des plateformes, et le matelas granulaire insensible à l'eau, afin d'assurer l'intégrité du matelas granulaire et d'assurer l'état de la couche de forme, notamment par temps pluvieux.

Les couches de formes seront réceptionnées par des essais à la plaque où on s'assurera d'obtenir un module de déformation réversible supérieure à 50 MPa.

¹ matériau d'apport pris à titre d'exemple. Pour les matériaux d'apport, une demande d'agrément sera réalisée pour vérifier que les conditions du GTR soient respectées. Les caractéristiques suivantes devront être fournies : *courbe granulométrique, teneur en eau, densité effective, Optimum Proctor, valeur d'essai Los Angeles LA et Micro Deval en présence d'eau MDe, ou friabilité FS pour les sables.*

8.5. Couche de base et de roulement

Deux propositions sont présentées, le cas d'une couche GB2/GB2 et le cas d'une couche GNT/GNT.

8.5.1. Cas d'une couche GB2 / GB2

La structure de voirie sera issue du catalogue de structure VRNS édité par le LCPC.

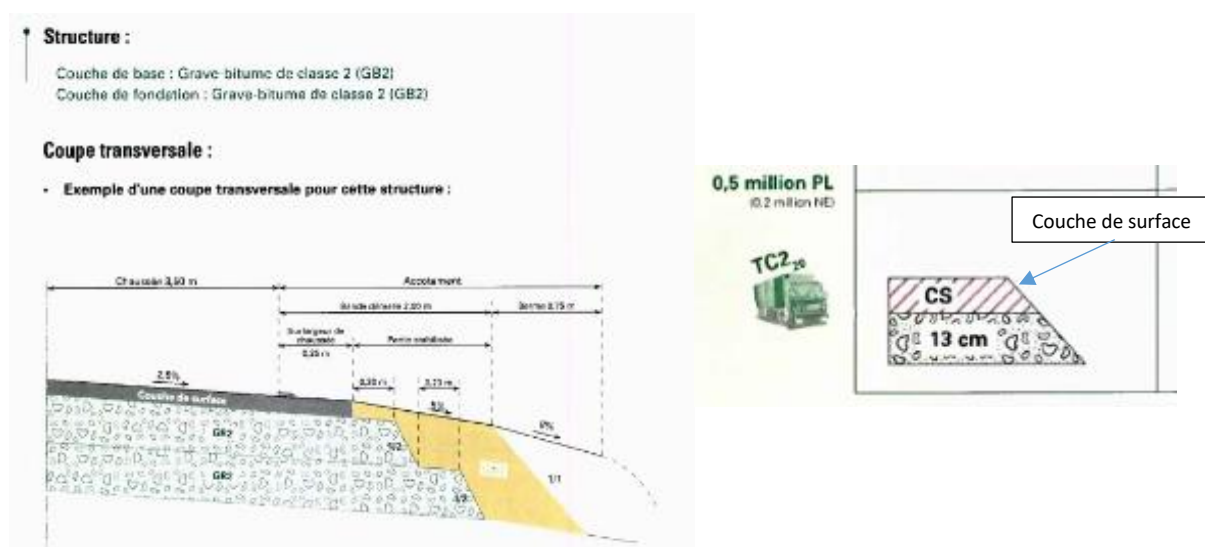


Figure 30 : Structure de chaussée envisageable sur le site projet : structure GB2 / GB2

8.5.2. Cas d'une couche GNT / GNT

La couche de voirie sera issue du catalogue de structure VRNS édité par le LCPC.

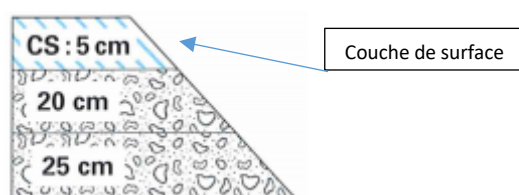


Figure 31 : Structure de chaussée envisageable sur le site projet : structure GNT / GNT

8.6. Structure finale de voirie

Deux possibilités de structure finale de voirie sont présentées dans le cadre de la présente étude :

8.6.1. Structure n°1

La structure de voirie proposée pour le projet (structure n°1) est la suivante :

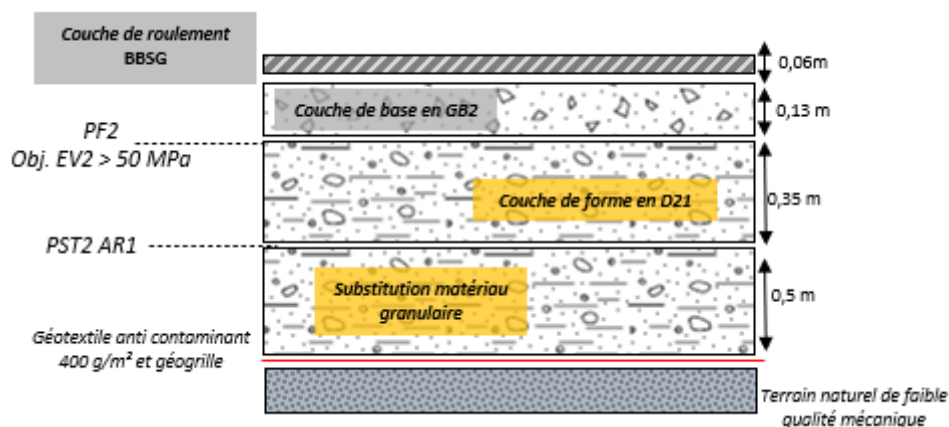


Figure 32 : Exemple de structure de voirie lourde (GB2 / GB2)

L'épaisseur de la structure de voirie est de 0,55 m environ.

L'épaisseur total (plateforme support comprise) est de 1,05 m environ.

8.6.2. Structure n°2

La structure de voirie proposée pour le projet (structure n°2) est la suivante :

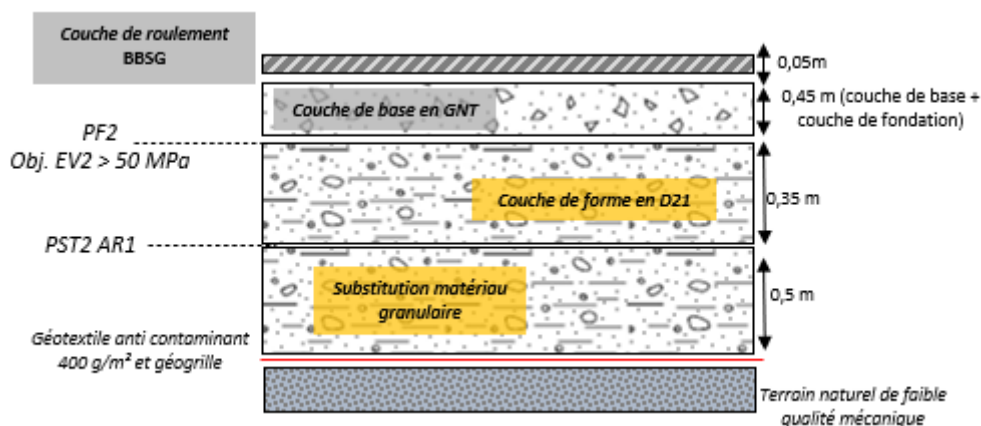


Figure 33 : Exemple de structure de voirie lourde (GNT / GNT)

L'épaisseur de la structure de voirie est de 0,85 m environ.

L'épaisseur totale (plateforme support comprise) est de 1,35 m environ.

Des optimisations ou variantes techniques sont envisageables, selon le choix définitif de la nature des matériaux mis en œuvre.

9. Préconisations et recommandations

9.1. Terrassements

9.1.1. Travaux de terrassements

Malgré l'absence de niveau de nappe, le site se situe dans une zone potentiellement sujette aux débordements de nappe. En fonction des conditions météorologiques, nous recommandons de réaliser tous les travaux de terrassement en **saison sèche**.

Cette disposition permettrait de diminuer la teneur en eau naturelle des matériaux ainsi que de réaliser les fouilles et tranchées avec un niveau piézométrique le plus bas possible, facilitant tout mouvement de terre.

Les travaux de terrassements au droit du projet seront réalisés à l'aide d'engins classiques. Ces travaux concerneront les horizons anthropiques et argilo-graveleux de surface. **Ces terrassements ne devraient pas nécessiter de matériel de chantier spécifique, et pourront être réalisés à l'aide d'engins de moyenne puissance.** La présence de dallage ou de vestiges enfouis pourraient nécessiter ponctuellement l'utilisation de technique type BRH.

9.1.2. Déblais et gestion des talus

Au droit des formations superficielles, des pentes de talus provisoires de 3H/2V pourront être retenues pour des talus de 2 m de hauteur maximum.

Pour des pentes plus importantes, des dispositifs de blindages et de soutènement provisoires des fouilles devront être prévus.

Au vu des fortes profondeurs d'ancrage (supérieure à 1,3 m) des fondations superficielles, la mise en place de dispositifs de blindage lors de la réalisation des tranchées est obligatoire selon le titre IV du décret du 8 janvier 1965. Il faut de plus entourer la fouille d'une plinthe de 0,15 m de hauteur et aménager une berme d'au moins 0,40 m.

La présence de deux ouvrages (mur conservé et bâtiment Trelat) sur lesquels les fondations seront raccordées, nécessitera le dimensionnement d'un blindage permettant de contenir les terres sous les édifices et empêcher tout mouvement de terre. Ce blindage sera dimensionné au stade de la mission G3 par l'entreprise responsable des terrassements.

En cas de fortes intempéries, les talus devront être protégés par un fossé de collecte des eaux pluviales en amont ainsi que par un polyane sur les flancs.

Il n'est pas exclu que des hétérogénéités non identifiées lors des investigations apparaissent lors des travaux de terrassement. Si une cavité ou une dépression venait à être découverte, elle devra être comblée par du gros béton si elle est située au droit d'un ouvrage de génie civil à créer.

Des venues d'eau (écoulements erratiques, ressuyage des remblais, etc.) peuvent apparaître lors des terrassements. Ces eaux devront être collectées et évacuées en dehors de la zone de travail. Les pentes de talus seront alors adoucies.

9.1.3. Réemploi des matériaux excavés

Selon le GTR les matériaux présents sur le site sont de la classe B₅. Ces matériaux sont très sensibles à la situation météorologique, qui peut très rapidement interrompre le chantier à cause de l'excès de teneur en eau ou au contraire, conduire à un matériau sec, difficile à compacter.

En fonction de la situation météorologique, différentes conditions devront être mises en œuvre pour permettre l'utilisation de ce matériau en remblai et sont présentés dans le tableau suivant :

Situation météorologique		Conditions d'utilisation en remblai
Pluie forte		Situation ne permettant pas la mise en remblai, avec des garanties de qualité suffisante.
Pluie faible		Extraction frontale (pour un front de taille supérieur à 1 à 2 m. Compactage moyen. Remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m).
Ni pluie, ni évaporation importante		Compactage moyen.
Evaporation importante	Utilisation en état	Compactage intense.
	Arrosage	Arrosage pour maintien de l'état. Compactage intense.

Tableau 24 : Condition d'utilisation du matériau en fonction de la situation météorologique

9.2. Protection contre les racines

La présence d'arbres autour du site impose la mise en place de dispositifs anti-racines ou leur suppression.

Lors de la réalisation des fondations, pour éviter que les racines ne progressent vers l'ouvrage, il sera nécessaire de mettre en œuvre un dispositif de protection, si les arbres sont amenés à être conservés.

Il pourra s'agir d'une barrière anti-racine en géotextile non tissé ou en PEHD, type *RootBlock*® ou équivalent. Le cas échéant, les raccordements entre chaque barrière devront être particulièrement soignés pour éviter le passage des racines par les faiblesses des jointures.

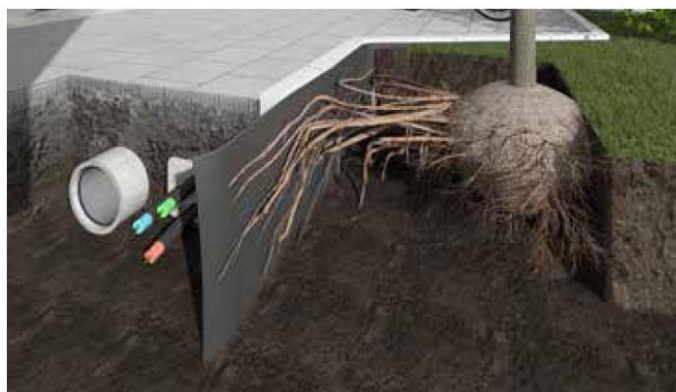


Figure 34 : Principe des barrières anti-racines

(Bibliographie Root Block®)

9.3. Gestion des eaux

9.3.1. En phase chantier

L'entreprise devra veiller à bien fermer les surfaces de travail avant l'arrivée de précipitations importantes afin de permettre le ruissellement et la collecte des eaux pluviales.

Des fossés provisoires adéquats seront réalisés afin de faciliter la collecte et l'évacuation des eaux. Ils devront être en état de fonctionnement tout comme leurs exutoires et permettront d'éviter tout point d'accumulation des eaux météorologiques.

9.3.2. En phase définitive

Compte tenu de la nature des matériaux de surface (argile sablo-graveleuse ou remblais argileux), il est nécessaire de limiter et de maîtriser les écoulements des eaux de ruissellement sur le site dont les effets peuvent être néfaste à la construction.

L'ensemble des plateformes et voiries présenteront une pente minimale de 3 %, afin de permettre le ruissellement des eaux en dehors des emprises des plateformes et ainsi éviter toute stagnation des eaux.

Les eaux de ruissellement seront évacuées vers un exutoire adapté et correctement dimensionné, permettant d'éviter toute infiltration des eaux au droit ou à proximité directe des fondations et de l'ouvrage.

9.4. Massifs de fondation et semelles isolées

Afin de garantir la bonne exécution des semelles superficielles isolées, massifs de fondations, et semelles filantes, il conviendra de :

- Purger la terre végétale au droit des ouvrages projetés, avec un débord minimal de 1,0 m par rapport à l'implantation des fondations (si présence) ;
- Vérifier et purger les fonds de fouilles de toute poche altérée, remaniée ou de nature évolutive éventuellement présente au niveau d'assise prévu. Les surprofondeurs pourront être reprises en gros béton ;
- S'assurer de la bonne qualité et de l'homogénéité du sol d'assise ;
- S'assurer que les fouilles soient sèches et au besoin évacuer les eaux par pompage ;
- Bétonner pleine fouille immédiatement après l'ouverture et la vérification des fonds de fouilles ;
- En cas de délai, prévoir la mise en œuvre d'un béton de propreté ;
- Les dénivellations des niveaux d'assise des fondations seront alors reprises par redans successifs en respectant la proportion $H/L < 2/3$ en partant du point le plus bas.

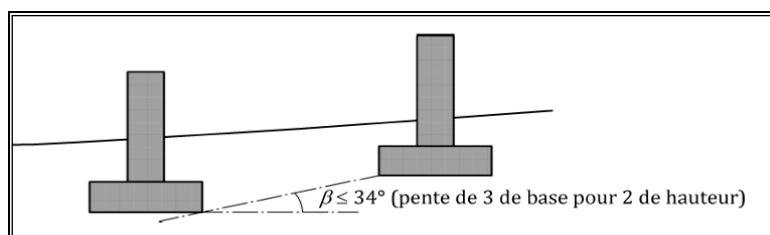


Figure 35 : Dispositions relatives à l'emplacement des fondations superficielles

Nous attirons l'attention sur la faible distance séparant les appuis G correspondant aux deux fondations superficielles isolées au Sud du projet et les limites du bâtiment avoisinant du Pôle économique. Afin de pouvoir respecter un dénivelé suffisant, un écart supérieur à 1,5 m entre l'entre axes de l'appui et les limites du bâtiment devra être respecté, tel que présenté précédemment pour éviter toutes interactions entre les fondations des deux ouvrages.

Afin de respecter la mise hors gel des fondations, elles devront être ancrées au minimum de 0,5 m dans le sol (selon Annexe O de la norme NF P 94-261).

Les fonds de fouilles des fondations seront soigneusement vérifiés afin de vérifier la conformité avec le contexte lithologique défini (assise des fondations dans la formation superficielle, substituée en remblai technique de bonne consistance), et déceler et purger toute poche de sols mous pouvant subsister au niveau d'assise retenu. Ce contrôle pourra être réalisé dans le cadre d'une mission de suivi d'exécution géotechnique, mission G4 au sens de la Norme NF P 94-500.

9.5. Préconisations après travaux

Afin d'assurer la pérennité des ouvrages géotechniques, il est recommandé de :

- Ne pas charger l'ouvrage au-delà des charges prévues à la conception ;
- Ne pas creuser autour des fondations ;
- Protéger les fondations par drainage périphérique ;
- Ne pas apporter des charges à proximité immédiate de l'ouvrage ;
- Suivre les recommandations données dans le chapitre spécifique du présent rapport ;
- Eviter la plantation d'arbres à proximité de l'ouvrage ;
- Ne pas apporter de remblais sur un terrain en pente en amont ou en aval de la construction.

10. Enchaînement des missions géotechniques

Nous rappelons que le présent rapport concerne l'étude d'ingénierie géotechnique d'avant-projet (mission G2 AVP au sens de la norme NF P 94-500, version de novembre 2013).

Conformément aux préconisations de cette norme, elle doit être suivie par l'étude d'ingénierie géotechnique de projet (mission G2 PRO), une fois connues les caractéristiques des fondations (descentes de charge et prédimensionnement des massifs de fondation ou radiers réalisés par le BE Structures).

Pour la phase de réalisation des travaux, une mission de supervision géotechnique (mission G4) devra être réalisée. Elle comportera, d'une part, la validation des documents géotechniques produits par l'entreprise, et d'autre part le suivi géotechnique du chantier, permettant de s'assurer que les terrains rencontrés présentent des caractéristiques géotechniques cohérentes avec les hypothèses faites dans le cadre des études, et le cas échéant définir en concertation avec l'entreprise les adaptations nécessaires.

Antea Group reste à la disposition du Maître d'ouvrage et des Responsables du projet pour assurer ces différentes missions, avec l'avancement global du projet.

Observations sur l'utilisation du rapport

Ce rapport, ainsi que les cartes ou documents, et toutes autres pièces annexées constituent un ensemble indissociable. Les incertitudes ou les réserves qui seraient mentionnées dans la prise en compte des résultats et dans les conclusions font partie intégrante du rapport.

En conséquence, l'utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou d'une reproduction partielle de ce rapport et de ses annexes ainsi que toute interprétation au-delà des énonciations d'Antea Group ne sauraient engager la responsabilité de celui-ci. Il en est de même pour une éventuelle utilisation à d'autres fins que celles définies pour la présente prestation.

Les résultats des prestations et des investigations s'appuient sur un échantillonnage ; ce dispositif ne permet pas de lever la totalité des aléas liés à l'hétérogénéité des milieux naturels ou artificiels étudiés. Par ailleurs, la prestation a été réalisée à partir d'informations extérieures non garanties par Antea Group ; sa responsabilité ne saurait être engagée en la matière.

Antea Group s'est engagé à apporter tout le soin et la diligence nécessaire à l'exécution des prestations et s'est conformé aux usages de la profession. Antea Group conseille son Client avec pour objectif de l'éclairer au mieux. Cependant, le choix de la décision relève de la seule compétence de son Client.

Le Client autorise Antea Group à le nommer pour une référence scientifique ou commerciale. A défaut, Antea Group s'entendra avec le Client pour définir les modalités de l'usage commercial ou scientifique de la référence.

Ce rapport devient la propriété du Client après paiement intégral de la mission, son utilisation étant interdite jusqu'à ce paiement. A partir de ce moment, le Client devient libre d'utiliser le rapport et de le diffuser, sous réserve de respecter les limites d'utilisation décrites ci-dessus.

Pour rappel, les conditions générales de vente ainsi que les informations de présentation d'Antea Group sont consultables sur : <https://www.anteagroup.fr/fr/annexes>



ANNEXES

Annexe I : Classification des missions d'ingénierie géotechnique (norme NF P 94-500-
Novembre 2013) – 3 pages

Annexe II : Plan d'implantation des sondages complémentaires

Annexe III : Coupe lithologique des reconnaissances à pelle mécanique

Annexe IV : Fiche technique du blindage coulissant

Annexe V : Résultats des calculs Foxta

Annexe I : Classification des missions d'ingénierie géotechnique (norme NF P 94-500- Novembre 2013) – 3 pages

Schéma d'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

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 Étude 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, esquisse, 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 Étude (en interaction avec la phase Suivi)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude 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 Étude)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du suivi 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

Classification des missions d'ingénierie géotechnique (page 1/2)

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.

ETAPE 1 : ETUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE (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).

ETAPE 2 : ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

Cette mission permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases :

Phase Avant-projet (AVP)

Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisinants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques.

Phase Projet (PRO)

Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

Phase DCE / ACT

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

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

Classification des missions d'ingénierie géotechnique (page 2/2)

ETAPE 3 : ETUDES GEOTECHNIQUES DE REALISATION (G3 et G4, distinctes et simultanées)

ETUDE ET SUIVI GEOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

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

Phase Étude

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

Phase Suivi

- Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude.
- Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).
- 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 GEOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

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

Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

Phase Supervision du suivi d'exécution

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

DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE (G5)

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

- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant.
- Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).

Annexe II : **Plan d'implantation des sondages complémentaires**



Centre Hospitalier de Cadillac Restructuration de l'Unité Trélat

C:\BELL\Projets\North\8681 CH Cadillac Bât Trélat\VP2\Plans Archi\28 03 23\23029-CHCADDILLAC-UnitéTrélatVP2-Insertion30-677575.jpg

MAITRISE D'OUVRAGE

CENTRE HOSPITALIER DE CADILLAC
40 rue Raymond Capelle - 33100 CADILLAC (Gironde)
Tel : 05 58 70 54 54

ASSISTANT MAITRISE D'OUVRAGE

EMBASE
20 rue Raymond Capelle - 33100 CADILLAC
Tel : 05 58 70 54 54

CONTROLEUR TECHNIQUE

BUREAU VERITAS

COORDONATEUR SPS

XXX

MAITRISE D'OEUVRE

ARCHITECTE
TLR ARCHITECTURE & ASSOCIES
13 rue Roger Moreau - 33100 BORDEAUX
Tel : 05 57 50 06 13
contact@tlr-architecture.fr

BET ECONOMIE, STRUCTURE ET FLUIDES

AEC INGENIERIE
13 rue Roger Moreau - 33100 BORDEAUX
Tel : 05 57 50 06 13
contact@aec-ingenierie.fr

ARCHITECTE D'INTERIEUR

ATELIER COULEUR
13 rue Roger Moreau - 33100 BORDEAUX
Tel : 05 57 50 06 13
atel@ateliercouleur.com

OPC

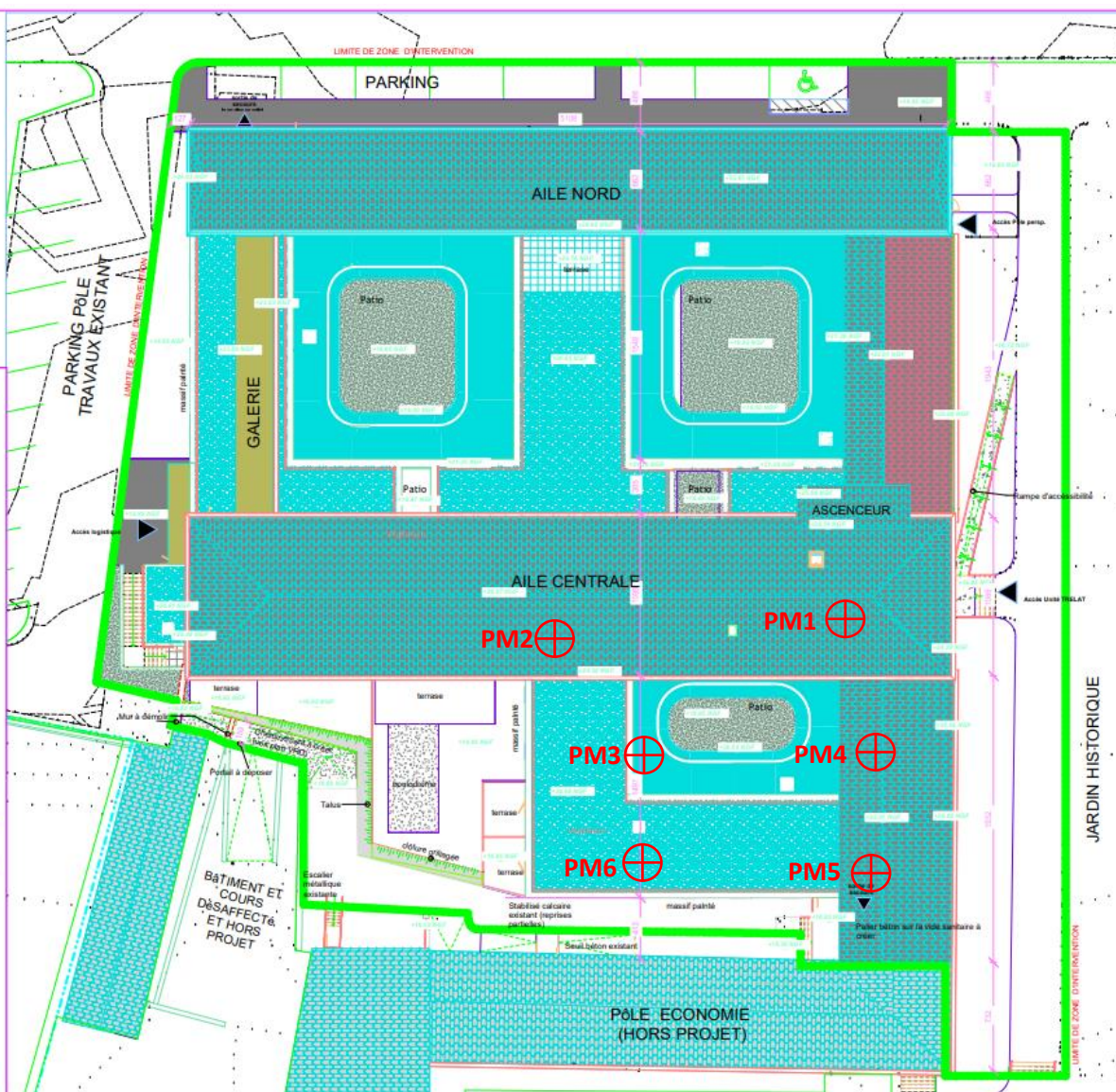
OPM3
19 rue Raymond Capelle - 33100 BORDEAUX
Tel : 05 58 45 00 24

COORDONATEUR SSI

CSO & ASSOCIES
10 rue Raymond Capelle - 33100 BORDEAUX
Tel : 05 57 50 06 13

ACOUSTICIEN

EMACOUSTIC
10 rue Raymond Capelle - 33100 BORDEAUX
Tel : 05 58 45 00 24



Annexe III : **Coupe lithologique des reconnaissances à pelle
mécanique**

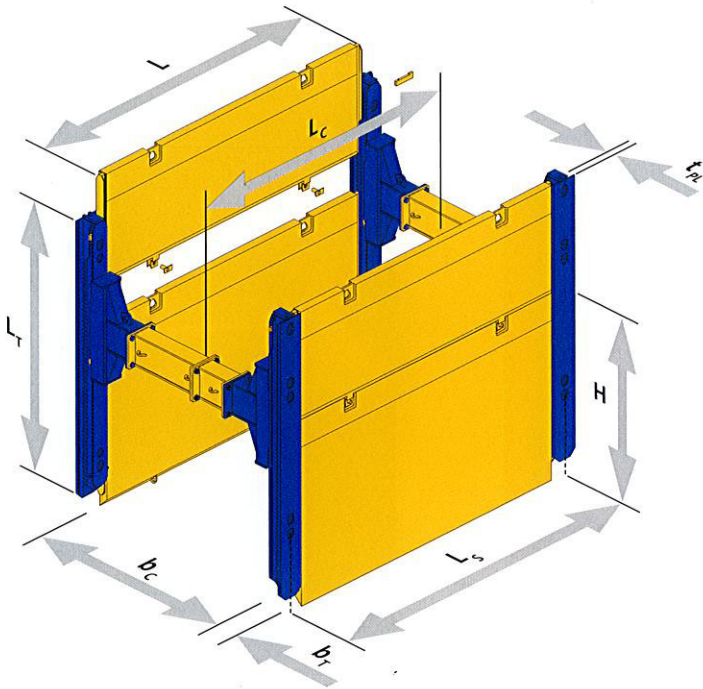
Annexe IV : **Fiche technique du blindage coulissant**

BLINDAGE COULISSANT

Série 750/790

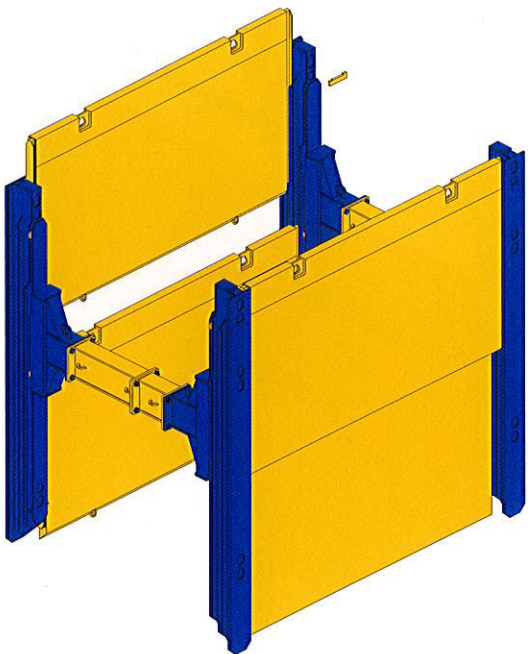
Simple glissière

Série 790



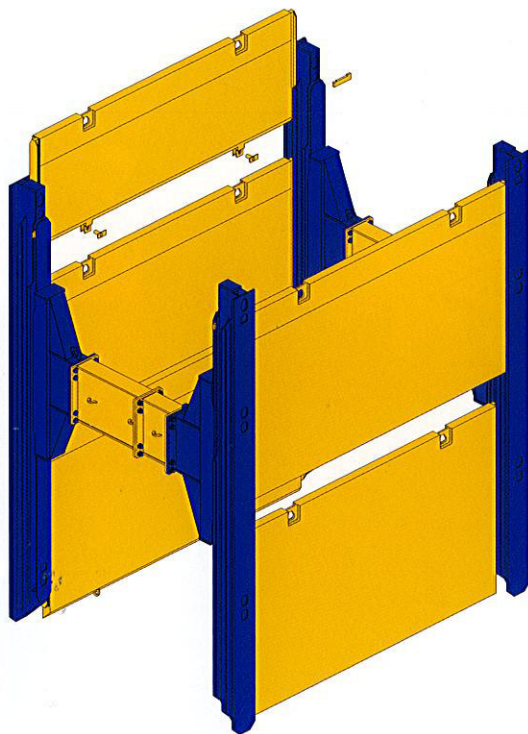
Double glissière mini

Série 750/790



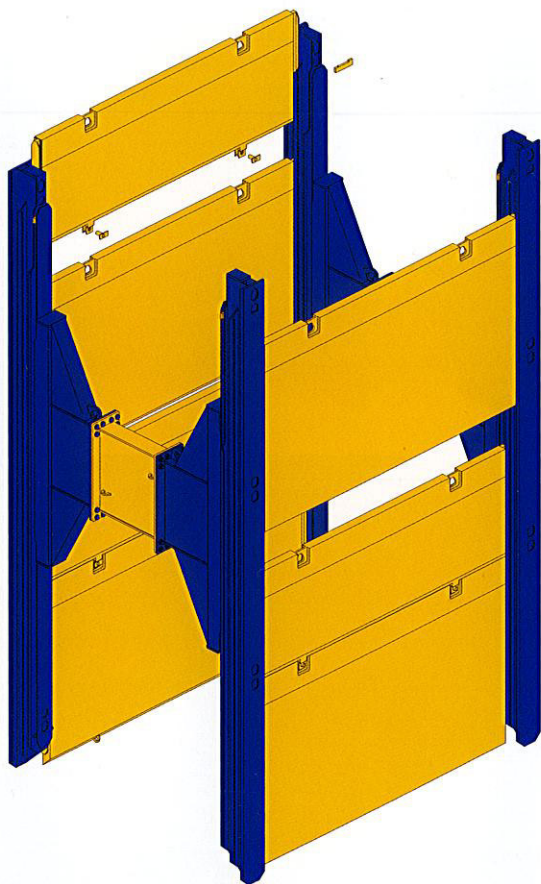
Double glissière standard

Série 750



Double glissière méga

Série 750



Poteau RS

Nom	Longueur poteau L_T [m]	Poids par poteau [kg]	Taille poteau b_T = Type [mm]	Moment de flexion autorisée [kNm]
Simple glissière - Série 790	3,50	540	220	307
Double glissière standard - Série 750	4,50	960	375	672
Double glissière standard - Série 750	5,50	1170		
Poteau rehausse - Série 750	3,00	650	405	927
Double glissière méga - Série 750	6,50	1710		
Double glissière méga - Série 750	7,50	2000		
Poteau rehausse méga - Série 750	3,00	760		

Poteau d'angle

Nom	Longueur poteau L_T [m]	Poids par poteau [kg]	Taille poteau b_T [mm]	Moment de flexion autorisée [kNm]
Simple glissière - Série 790	3,50	390	275	132
Double glissière standard - Série 750	4,50	810	430	328
Double glissière standard - Série 750	5,50	950		
Double glissière standard - Série 750	6,50	1130		
Double glissière standard - Série 750	7,50	1305		
Poteau rehausse d'angle - Série 750	3,00	530		

Panneaux

Longueur panneau L [m]	Hauteur panneau H [m]	Épaisseur panneau t_{Pl} [mm]	Longueur du passage des tuyaux L_c [m]	Longueur du système L_s [m]	Pression du sol autorisée [kN/m²]	Poids [kg]
2,00	2,40	107	1,80	2,27	158,2	550
	1,40					355
2,50	2,40		2,30	2,77	101,2	650
	1,40					420
3,00	2,40		2,80	3,27	70,3	770
	1,40					495
3,50	2,40	130	3,30	3,77	51,6	900
	1,40					580
4,00	2,40		3,80	4,27	39,5	1010
	1,40					650
4,00	2,40		3,80	4,27	82,1	1370
	1,40					880
4,50	2,40	130	4,30	4,77	64,9	1530
	1,40					980
5,00	2,40		4,80	5,27	52,6	1690
	1,40					1070
5,50	2,40		5,30	5,77	43,4	1850
	1,40					1170
6,00	2,40	130	5,80	6,27	36,5	2210
	1,40					1370

Annexe V : Résultats des calculs Foxta

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge : Indice du cas de charge

Combinaison : Type de combinaison

Vd [kN] : Effort vertical à la base de la fondation

Hd [kN] : Effort horizontal à la base de la fondation

R0 [kN] : Poids des terres excavées

Seff/Stot : Rapport entre l'aire effective et l'aire totale de la fondation

Rvd [kN] : Valeur de calcul de la résistance verticale nette du terrain (mécanisme de portance)

Rhd [kN] : Valeur de calcul de la résistance horizontale du terrain (mécanisme de glissement)

Portance : Vérification de la capacité portante de la fondation (ELU et ELS)

Excentrement : Vérification de l'excentricité du chargement (ELU et ELS)

Glissement : Vérification de la stabilité au glissement (ELU uniquement)

Tassement [cm] : Tassement sous la charge appliquée

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rvd	Rhd	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Caractéristiques	186,00	0,00	28,80	1,00	234,75	-	Ok	Ok	-	-
2	ELS-Quasi-permanentes	174,00	0,00	28,80	1,00	234,75	-	Ok	Ok	-	0,78
3	ELU-Fondamentales	243,00	0,00	28,80	1,00	385,66	115,95	Ok	Ok	Ok	-

Raideurs équivalentes de la fondation

- Type : Type de raideur
- Kv [kN/m] : Raideur verticale
- KHB [kN/m] : Raideur horizontale selon B
- KHL [kN/m] : Raideur horizontale selon L
- KMB [kNm/rad] : Raideur rotationnelle selon B
- KML [kNm/rad] : Raideur rotationnelle selon L

Raideurs équivalentes de la fondation

Type	Kv	KHB	KHL	KMB	KML
Raideurs statiques LT	1,856E04	1,832E04	0,000E00	5,356E03	0,000E00
Raideurs statiques CT	3,713E04	3,664E04	0,000E00	1,071E04	0,000E00
Raideurs sismiques Min	5,569E04	5,495E04	0,000E00	1,607E04	0,000E00
Raideurs sismiques Max	1,114E05	1,099E05	0,000E00	3,214E04	0,000E00



FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 11/07/2023 - 17:19:02
Calcul réalisé par : ANTEA GROUP

Projet : Semelle filante
Module : Fondsup (Fondation 2/9)
Titre du calcul : Fondation 1-2

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge : Indice du cas de charge

Combinaison : Type de combinaison

Vd [kN] : Effort vertical à la base de la fondation

Hd [kN] : Effort horizontal à la base de la fondation

R0 [kN] : Poids des terres excavées

Seff/Stot : Rapport entre l'aire effective et l'aire totale de la fondation

Rvd [kN] : Valeur de calcul de la résistance verticale nette du terrain (mécanisme de portance)

Rhd [kN] : Valeur de calcul de la résistance horizontale du terrain (mécanisme de glissement)

Portance : Vérification de la capacité portante de la fondation (ELU et ELS)

Excentrement : Vérification de l'excentricité du chargement (ELU et ELS)

Glissement : Vérification de la stabilité au glissement (ELU uniquement)

Tassement [cm] : Tassement sous la charge appliquée

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rvd	Rhd	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Caractéristiques	132,00	0,00	28,80	1,00	234,75	-	Ok	Ok	-	-
2	ELS-Quasi-permanentes	126,00	0,00	28,80	1,00	234,75	-	Ok	Ok	-	0,52
3	ELU-Fondamentales	171,00	0,00	28,80	1,00	385,66	81,59	Ok	Ok	Ok	-



FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 11/07/2023 - 17:19:27
Calcul réalisé par : ANTEA GROUP

Projet : Semelle filante
Module : Fondsup (Fondation 3/9)
Titre du calcul : Fondation 2-2

Raideurs équivalentes de la fondation

- Type : Type de raideur
- Kv [kN/m] : Raideur verticale
- KHB [kN/m] : Raideur horizontale selon B
- KHL [kN/m] : Raideur horizontale selon L
- KMB [kNm/rad] : Raideur rotationnelle selon B
- KML [kNm/rad] : Raideur rotationnelle selon L

Raideurs équivalentes de la fondation

Type	Kv	KHB	KHL	KMB	KML
Raideurs statiques LT	1,856E04	1,832E04	0,000E00	5,356E03	0,000E00
Raideurs statiques CT	3,713E04	3,664E04	0,000E00	1,071E04	0,000E00
Raideurs sismiques Min	5,569E04	5,495E04	0,000E00	1,607E04	0,000E00
Raideurs sismiques Max	1,114E05	1,099E05	0,000E00	3,214E04	0,000E00



FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 11/07/2023 - 17:19:27
Calcul réalisé par : ANTEA GROUP

Projet : Semelle filante
Module : Fondsup (Fondation 3/9)
Titre du calcul : Fondation 2-2

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge : Indice du cas de charge

Combinaison : Type de combinaison

Vd [kN] : Effort vertical à la base de la fondation

Hd [kN] : Effort horizontal à la base de la fondation

R0 [kN] : Poids des terres excavées

Seff/Stot : Rapport entre l'aire effective et l'aire totale de la fondation

Rvd [kN] : Valeur de calcul de la résistance verticale nette du terrain (mécanisme de portance)

Rhd [kN] : Valeur de calcul de la résistance horizontale du terrain (mécanisme de glissement)

Portance : Vérification de la capacité portante de la fondation (ELU et ELS)

Excentrement : Vérification de l'excentricité du chargement (ELU et ELS)

Glissement : Vérification de la stabilité au glissement (ELU uniquement)

Tassement [cm] : Tassement sous la charge appliquée

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rvd	Rhd	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Caractéristiques	146,00	0,00	32,40	1,00	177,77	-	Ok	Ok	-	-
2	ELS-Quasi-permanentes	140,00	0,00	32,40	1,00	177,77	-	Ok	Ok	-	0,60
3	ELU-Fondamentales	185,00	0,00	32,40	1,00	292,05	88,27	Ok	Ok	Ok	-



FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 11/07/2023 - 17:19:50
Calcul réalisé par : ANTEA GROUP

Projet : Semelle filante
Module : Fondsup (Fondation 4/9)
Titre du calcul : Fondation 2-3

Raideurs équivalentes de la fondation

- Type : Type de raideur
- Kv [kN/m] : Raideur verticale
- KHB [kN/m] : Raideur horizontale selon B
- KHL [kN/m] : Raideur horizontale selon L
- KMB [kNm/rad] : Raideur rotationnelle selon B
- KML [kNm/rad] : Raideur rotationnelle selon L

Raideurs équivalentes de la fondation

Type	Kv	KHB	KHL	KMB	KML
Raideurs statiques LT	1,791E04	1,767E04	0,000E00	2,906E03	0,000E00
Raideurs statiques CT	3,581E04	3,534E04	0,000E00	5,812E03	0,000E00
Raideurs sismiques Min	5,372E04	5,301E04	0,000E00	8,718E03	0,000E00
Raideurs sismiques Max	1,074E05	1,060E05	0,000E00	1,744E04	0,000E00



FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 11/07/2023 - 17:19:50
Calcul réalisé par : ANTEA GROUP

Projet : Semelle filante
Module : Fondsup (Fondation 4/9)
Titre du calcul : Fondation 2-3

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge : Indice du cas de charge

Combinaison : Type de combinaison

Vd [kN] : Effort vertical à la base de la fondation

Hd [kN] : Effort horizontal à la base de la fondation

R0 [kN] : Poids des terres excavées

Seff/Stot : Rapport entre l'aire effective et l'aire totale de la fondation

Rvd [kN] : Valeur de calcul de la résistance verticale nette du terrain (mécanisme de portance)

Rhd [kN] : Valeur de calcul de la résistance horizontale du terrain (mécanisme de glissement)

Portance : Vérification de la capacité portante de la fondation (ELU et ELS)

Excentrement : Vérification de l'excentricité du chargement (ELU et ELS)

Glissement : Vérification de la stabilité au glissement (ELU uniquement)

Tassement [cm] : Tassement sous la charge appliquée

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rvd	Rhd	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Caractéristiques	201,00	0,00	28,80	1,00	234,75	-	Ok	Ok	-	-
2	ELS-Quasi-permanentes	191,00	0,00	28,80	1,00	234,75	-	Ok	Ok	-	0,87
3	ELU-Fondamentales	263,00	0,00	28,80	1,00	385,66	125,49	Ok	Ok	Ok	-



FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 11/07/2023 - 17:20:09
Calcul réalisé par : ANTEA GROUP

Projet : Semelle filante
Module : Fondsup (Fondation 5/9)
Titre du calcul : Fondation 3-2

Raideurs équivalentes de la fondation

- Type : Type de raideur
- Kv [kN/m] : Raideur verticale
- KHB [kN/m] : Raideur horizontale selon B
- KHL [kN/m] : Raideur horizontale selon L
- KMB [kNm/rad] : Raideur rotationnelle selon B
- KML [kNm/rad] : Raideur rotationnelle selon L

Raideurs équivalentes de la fondation

Type	Kv	KHB	KHL	KMB	KML
Raideurs statiques LT	1,856E04	1,832E04	0,000E00	5,356E03	0,000E00
Raideurs statiques CT	3,713E04	3,664E04	0,000E00	1,071E04	0,000E00
Raideurs sismiques Min	5,569E04	5,495E04	0,000E00	1,607E04	0,000E00
Raideurs sismiques Max	1,114E05	1,099E05	0,000E00	3,214E04	0,000E00



FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 11/07/2023 - 17:20:09
Calcul réalisé par : ANTEA GROUP

Projet : Semelle filante
Module : Fondsup (Fondation 5/9)
Titre du calcul : Fondation 3-2

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge : Indice du cas de charge

Combinaison : Type de combinaison

Vd [kN] : Effort vertical à la base de la fondation

Hd [kN] : Effort horizontal à la base de la fondation

R0 [kN] : Poids des terres excavées

Seff/Stot : Rapport entre l'aire effective et l'aire totale de la fondation

Rvd [kN] : Valeur de calcul de la résistance verticale nette du terrain (mécanisme de portance)

Rhd [kN] : Valeur de calcul de la résistance horizontale du terrain (mécanisme de glissement)

Portance : Vérification de la capacité portante de la fondation (ELU et ELS)

Excentrement : Vérification de l'excentricité du chargement (ELU et ELS)

Glissement : Vérification de la stabilité au glissement (ELU uniquement)

Tassement [cm] : Tassement sous la charge appliquée

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rvd	Rhd	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Caractéristiques	58,00	0,00	15,60	1,00	175,80	-	Ok	Ok	-	-
2	ELS-Quasi-permanentes	54,00	0,00	15,60	1,00	175,80	-	Ok	Ok	-	0,27
3	ELU-Fondamentales	75,00	0,00	15,60	1,00	288,81	35,79	Ok	Ok	Ok	-



FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 11/07/2023 - 17:20:28
Calcul réalisé par : ANTEA GROUP

Projet : Semelle filante
Module : Fondsup (Fondation 6/9)
Titre du calcul : Fondation 4-1

Raideurs équivalentes de la fondation

- Type** : Type de raideur
- Kv [kN/m]** : Raideur verticale
- KHB [kN/m]** : Raideur horizontale selon B
- KHL [kN/m]** : Raideur horizontale selon L
- KMB [kNm/rad]** : Raideur rotationnelle selon B
- KML [kNm/rad]** : Raideur rotationnelle selon L

Raideurs équivalentes de la fondation

Type	Kv	KHB	KHL	KMB	KML
Raideurs statiques LT	1,397E04	1,378E04	0,000E00	2,267E03	0,000E00
Raideurs statiques CT	2,793E04	2,756E04	0,000E00	4,534E03	0,000E00
Raideurs sismiques Min	4,190E04	4,135E04	0,000E00	6,800E03	0,000E00
Raideurs sismiques Max	8,380E04	8,269E04	0,000E00	1,360E04	0,000E00



FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 11/07/2023 - 17:20:28
Calcul réalisé par : ANTEA GROUP

Projet : Semelle filante
Module : Fondsup (Fondation 6/9)
Titre du calcul : Fondation 4-1

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge : Indice du cas de charge

Combinaison : Type de combinaison

Vd [kN] : Effort vertical à la base de la fondation

Hd [kN] : Effort horizontal à la base de la fondation

R0 [kN] : Poids des terres excavées

Seff/Stot : Rapport entre l'aire effective et l'aire totale de la fondation

Rvd [kN] : Valeur de calcul de la résistance verticale nette du terrain (mécanisme de portance)

Rhd [kN] : Valeur de calcul de la résistance horizontale du terrain (mécanisme de glissement)

Portance : Vérification de la capacité portante de la fondation (ELU et ELS)

Excentrement : Vérification de l'excentricité du chargement (ELU et ELS)

Glissement : Vérification de la stabilité au glissement (ELU uniquement)

Tassement [cm] : Tassement sous la charge appliquée

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rvd	Rhd	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Caractéristiques	63,00	0,00	14,40	1,00	118,51	-	Ok	Ok	-	-
2	ELS-Quasi-permanentes	59,00	0,00	14,40	1,00	118,51	-	Ok	Ok	-	0,39
3	ELU-Fondamentales	80,00	0,00	14,40	1,00	194,70	38,17	Ok	Ok	Ok	-



FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 11/07/2023 - 17:20:52
Calcul réalisé par : ANTEA GROUP

Projet : Semelle filante
Module : Fondsup (Fondation 7/9)
Titre du calcul : Fondation 4-2

Raideurs équivalentes de la fondation

- Type : Type de raideur
- Kv [kN/m] : Raideur verticale
- KHB [kN/m] : Raideur horizontale selon B
- KHL [kN/m] : Raideur horizontale selon L
- KMB [kNm/rad] : Raideur rotationnelle selon B
- KML [kNm/rad] : Raideur rotationnelle selon L

Raideurs équivalentes de la fondation

Type	Kv	KHB	KHL	KMB	KML
Raideurs statiques LT	1,133E04	1,118E04	0,000E00	8,170E02	0,000E00
Raideurs statiques CT	2,265E04	2,235E04	0,000E00	1,634E03	0,000E00
Raideurs sismiques Min	3,398E04	3,353E04	0,000E00	2,451E03	0,000E00
Raideurs sismiques Max	6,796E04	6,706E04	0,000E00	4,902E03	0,000E00



FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 11/07/2023 - 17:20:52
Calcul réalisé par : ANTEA GROUP

Projet : Semelle filante
Module : Fondsup (Fondation 7/9)
Titre du calcul : Fondation 4-2

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge : Indice du cas de charge

Combinaison : Type de combinaison

Vd [kN] : Effort vertical à la base de la fondation

Hd [kN] : Effort horizontal à la base de la fondation

R0 [kN] : Poids des terres excavées

Seff/Stot : Rapport entre l'aire effective et l'aire totale de la fondation

Rvd [kN] : Valeur de calcul de la résistance verticale nette du terrain (mécanisme de portance)

Rhd [kN] : Valeur de calcul de la résistance horizontale du terrain (mécanisme de glissement)

Portance : Vérification de la capacité portante de la fondation (ELU et ELS)

Excentrement : Vérification de l'excentricité du chargement (ELU et ELS)

Glissement : Vérification de la stabilité au glissement (ELU uniquement)

Tassement [cm] : Tassement sous la charge appliquée

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rvd	Rhd	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Caractéristiques	72,00	0,00	14,40	1,00	88,89	-	Ok	Ok	-	-
2	ELS-Quasi-permanentes	68,00	0,00	14,40	1,00	88,89	-	Ok	Ok	-	0,47
3	ELU-Fondamentales	89,00	0,00	14,40	1,00	146,02	42,47	Ok	Ok	Ok	-



FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 11/07/2023 - 17:23:14
Calcul réalisé par : ANTEA GROUP

Projet : Semelle filante
Module : Fondsup (Fondation 8/9)
Titre du calcul : Fondation 4-3

Raideurs équivalentes de la fondation

- Type** : Type de raideur
- Kv [kN/m]** : Raideur verticale
- KHB [kN/m]** : Raideur horizontale selon B
- KHL [kN/m]** : Raideur horizontale selon L
- KMB [kNm/rad]** : Raideur rotationnelle selon B
- KML [kNm/rad]** : Raideur rotationnelle selon L

Raideurs équivalentes de la fondation

Type	Kv	KHB	KHL	KMB	KML
Raideurs statiques LT	1,133E04	1,118E04	0,000E00	8,170E02	0,000E00
Raideurs statiques CT	2,265E04	2,235E04	0,000E00	1,634E03	0,000E00
Raideurs sismiques Min	3,398E04	3,353E04	0,000E00	2,451E03	0,000E00
Raideurs sismiques Max	6,796E04	6,706E04	0,000E00	4,902E03	0,000E00



FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 11/07/2023 - 17:23:14
Calcul réalisé par : ANTEA GROUP

Projet : Semelle filante
Module : Fondsup (Fondation 8/9)
Titre du calcul : Fondation 4-3

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge : Indice du cas de charge

Combinaison : Type de combinaison

Vd [kN] : Effort vertical à la base de la fondation

Hd [kN] : Effort horizontal à la base de la fondation

R0 [kN] : Poids des terres excavées

Seff/Stot : Rapport entre l'aire effective et l'aire totale de la fondation

Rvd [kN] : Valeur de calcul de la résistance verticale nette du terrain (mécanisme de portance)

Rhd [kN] : Valeur de calcul de la résistance horizontale du terrain (mécanisme de glissement)

Portance : Vérification de la capacité portante de la fondation (ELU et ELS)

Excentrement : Vérification de l'excentricité du chargement (ELU et ELS)

Glissement : Vérification de la stabilité au glissement (ELU uniquement)

Tassement [cm] : Tassement sous la charge appliquée

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rvd	Rhd	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Caractéristiques	305,00	0,00	39,60	1,00	313,73	-	Ok	Ok	-	-
2	ELS-Quasi-permanentes	275,00	0,00	39,60	1,00	313,73	-	Ok	Ok	-	0,98
3	ELU-Fondamentales	405,00	0,00	39,60	1,00	515,42	193,25	Ok	Ok	Ok	-



FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 11/07/2023 - 17:23:31
Calcul réalisé par : ANTEA GROUP

Projet : Semelle filante
Module : Fondsup (Fondation 9/9)
Titre du calcul : Fondation 5-2

Raideurs équivalentes de la fondation

- Type : Type de raideur
- Kv [kN/m] : Raideur verticale
- KHB [kN/m] : Raideur horizontale selon B
- KHL [kN/m] : Raideur horizontale selon L
- KMB [kNm/rad] : Raideur rotationnelle selon B
- KML [kNm/rad] : Raideur rotationnelle selon L

Raideurs équivalentes de la fondation

Type	Kv	KHB	KHL	KMB	KML
Raideurs statiques LT	2,390E04	2,358E04	0,000E00	1,304E04	0,000E00
Raideurs statiques CT	4,780E04	4,717E04	0,000E00	2,607E04	0,000E00
Raideurs sismiques Min	7,170E04	7,075E04	0,000E00	3,911E04	0,000E00
Raideurs sismiques Max	1,434E05	1,415E05	0,000E00	7,822E04	0,000E00



FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 11/07/2023 - 17:23:32
Calcul réalisé par : ANTEA GROUP

Projet : Semelle filante
Module : Fondsup (Fondation 9/9)
Titre du calcul : Fondation 5-2

Données

Titre du projet : Semelle filante
Numéro d'affaire : AQUP220449
Commentaires : N/A
Titre du calcul : Fondation 1-1 (Fondation n°1)
Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-261
Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques
Traitement des données : Traitement par couches
Pas de calcul (m) : 0,20
Forme de la base : Fondation filante
Largeur B (m) : 0,80
Cote du TN initial Zini (m) : 0,00
Cote du TN final Zfin (m) : 0,00
Cote de base fondation Zd (m) : -1,30
Proximité d'un talus : Non
Catégorie de sol : Argiles et limons
Type de comportement : Comportement frottant
Poids volumique moyen du sol au-dessus de la base de la fondation (kN/m3) : 20,0

Terrain et profil pressiométrique

N°	Nom	Couleur	Zbase	pl*	EM	α
1	Remblais		-1,00	600,00	6000,00	0,67
2	Argile graveleuse		-4,00	800,00	6000,00	0,67
3	Calcaire		-10,00	2500,00	34000,00	0,33

Cas de charge

N°	Vd	HB,d	MB,d	Pondération sur P0	Combinaison
1	176,0	0,0	0,0	1,00	ELS-Caractéristiques
2	164,0	0,0	0,0	1,00	ELS-Quasi-permanentes
3	233,0	0,0	0,0	1,00	ELU-Fondamentales

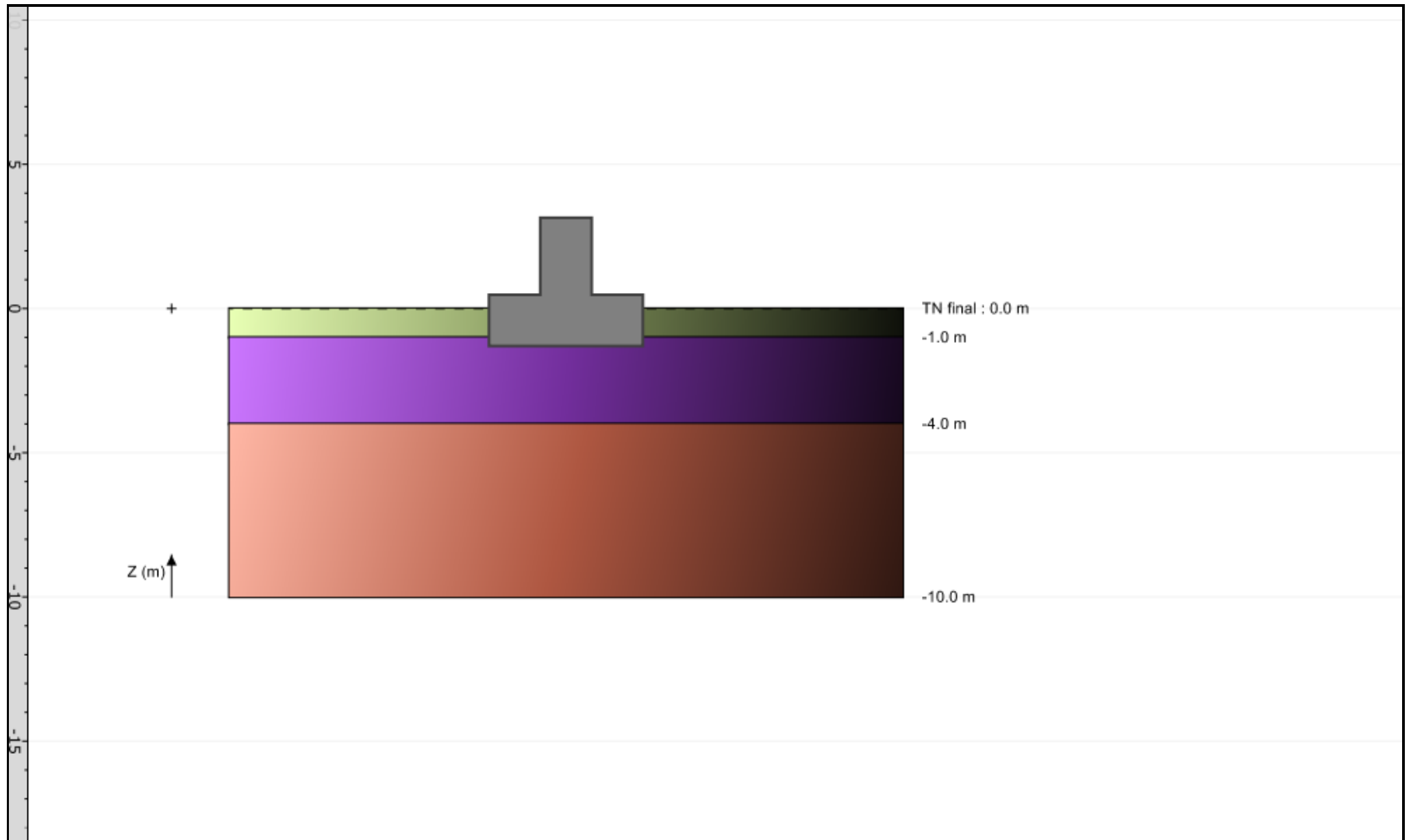


FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 11/07/2023 - 17:18:40
Calcul réalisé par : ANTEA GROUP

Projet : Semelle filante
Module : Fondsup (Fondation 1/9)
Titre du calcul : Fondation 1-1

Onglet "Paramètres généraux"



Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge : Indice du cas de charge

Combinaison : Type de combinaison

Vd [kN] : Effort vertical à la base de la fondation

Hd [kN] : Effort horizontal à la base de la fondation

R0 [kN] : Poids des terres excavées

Seff/Stot : Rapport entre l'aire effective et l'aire totale de la fondation

Rvd [kN] : Valeur de calcul de la résistance verticale nette du terrain (mécanisme de portance)

Rhd [kN] : Valeur de calcul de la résistance horizontale du terrain (mécanisme de glissement)

Portance : Vérification de la capacité portante de la fondation (ELU et ELS)

Excentrement : Vérification de l'excentricité du chargement (ELU et ELS)

Glissement : Vérification de la stabilité au glissement (ELU uniquement)

Tassement [cm] : Tassement sous la charge appliquée

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rvd	Rhd	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Caractéristiques	176,00	0,00	20,80	1,00	228,45	-	Ok	Ok	-	-
2	ELS-Quasi-permanentes	164,00	0,00	20,80	1,00	228,45	-	Ok	Ok	-	0,83
3	ELU-Fondamentales	233,00	0,00	20,80	1,00	375,30	111,18	Ok	Ok	Ok	-



FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 11/07/2023 - 17:18:41
Calcul réalisé par : ANTEA GROUP

Projet : Semelle filante
Module : Fondsup (Fondation 1/9)
Titre du calcul : Fondation 1-1

Raideurs équivalentes de la fondation

- Type : Type de raideur
- Kv [kN/m] : Raideur verticale
- KHB [kN/m] : Raideur horizontale selon B
- KHL [kN/m] : Raideur horizontale selon L
- KMB [kNm/rad] : Raideur rotationnelle selon B
- KML [kNm/rad] : Raideur rotationnelle selon L

Raideurs équivalentes de la fondation

Type	Kv	KHB	KHL	KMB	KML
Raideurs statiques LT	1,732E04	1,709E04	0,000E00	4,996E03	0,000E00
Raideurs statiques CT	3,463E04	3,417E04	0,000E00	9,992E03	0,000E00
Raideurs sismiques Min	5,195E04	5,126E04	0,000E00	1,499E04	0,000E00
Raideurs sismiques Max	1,039E05	1,025E05	0,000E00	2,997E04	0,000E00



FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 11/07/2023 - 17:18:41
Calcul réalisé par : ANTEA GROUP

Projet : Semelle filante
Module : Fondsup (Fondation 1/9)
Titre du calcul : Fondation 1-1

Données

Titre du projet : Semelle isolée

Numéro d'affaire : AQUP220449

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Fondation A (Fondation n°1)

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-261

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas de calcul (m) : 0,20

Forme de la base : Fondation carrée

Côté B (m) : 1,60

Cote du TN initial Zini (m) : 0,00

Cote du TN final Zfin (m) : 0,00

Cote de base fondation Zd (m) : -1,30

Proximité d'un talus : Non

Catégorie de sol : Sables et graves

Type de comportement : Comportement frottant

Poids volumique moyen du sol au-dessus de la base de la fondation (kN/m3) : 20,0

Terrain et profil pressiométrique

N°	Nom	Couleur	Zbase	pl*	EM	α
1	Remblais argilo-graveleux		-1,00	600,00	6000,00	0,67
2	Argile graveleuse		-4,00	800,00	6000,00	0,67
3	Calcaire		-10,00	25000,00	34000,00	0,33

Cas de charge

N°	Vd	HB,d	HL,d	MB,d	ML,d	Pondération sur P0	Combinaison
1	673,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	ELS-Caractéristiques
2	649,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	ELS-Quasi-permanentes
3	889,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	ELU-Fondamentales

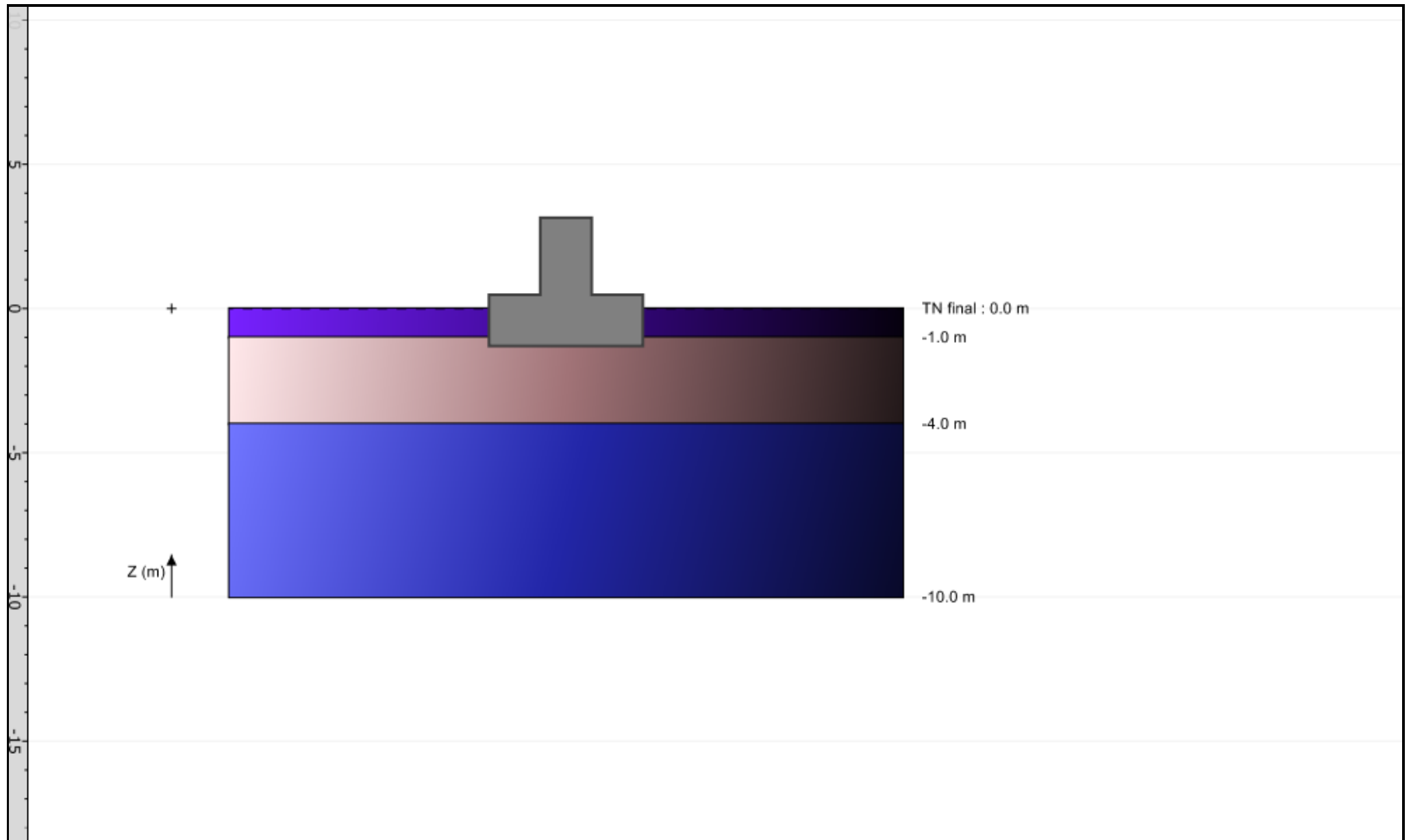


FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 11/07/2023 - 17:24:49
Calcul réalisé par : ANTEA GROUP

Projet : Semelle isolée
Module : Fondsup (Fondation 1/7)
Titre du calcul : Fondation A

Onglet "Paramètres généraux"



Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge : Indice du cas de charge

Combinaison : Type de combinaison

Vd [kN] : Effort vertical à la base de la fondation

Hd [kN] : Effort horizontal à la base de la fondation

R0 [kN] : Poids des terres excavées

Seff/Stot : Rapport entre l'aire effective et l'aire totale de la fondation

Rvd [kN] : Valeur de calcul de la résistance verticale nette du terrain (mécanisme de portance)

Rhd [kN] : Valeur de calcul de la résistance horizontale du terrain (mécanisme de glissement)

Portance : Vérification de la capacité portante de la fondation (ELU et ELS)

Excentrement : Vérification de l'excentricité du chargement (ELU et ELS)

Glissement : Vérification de la stabilité au glissement (ELU uniquement)

Tassement [cm] : Tassement sous la charge appliquée

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rvd	Rhd	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Caractéristiques	673,00	0,00	66,56	1,00	983,50	-	Ok	Ok	-	-
2	ELS-Quasi-permanentes	649,00	0,00	66,56	1,00	983,50	-	Ok	Ok	-	0,91
3	ELU-Fondamentales	889,00	0,00	66,56	1,00	1615,70	424,19	Ok	Ok	Ok	-



FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 11/07/2023 - 17:24:49
Calcul réalisé par : ANTEA GROUP

Projet : Semelle isolée
Module : Fondsup (Fondation 1/7)
Titre du calcul : Fondation A

Raideurs équivalentes de la fondation

- Type : Type de raideur
- Kv [kN/m] : Raideur verticale
- KHB [kN/m] : Raideur horizontale selon B
- KHL [kN/m] : Raideur horizontale selon L
- KMB [kNm/rad] : Raideur rotationnelle selon B
- KML [kNm/rad] : Raideur rotationnelle selon L

Raideurs équivalentes de la fondation

Type	Kv	KHB	KHL	KMB	KML
Raideurs statiques LT	6,385E04	5,078E04	5,078E04	3,240E04	3,240E04
Raideurs statiques CT	1,277E05	1,016E05	1,016E05	6,480E04	6,480E04
Raideurs sismiques Min	1,915E05	1,523E05	1,523E05	9,720E04	9,720E04
Raideurs sismiques Max	3,831E05	3,047E05	3,047E05	1,944E05	1,944E05



FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 11/07/2023 - 17:24:50
Calcul réalisé par : ANTEA GROUP

Projet : Semelle isolée
Module : Fondsup (Fondation 1/7)
Titre du calcul : Fondation A

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge : Indice du cas de charge

Combinaison : Type de combinaison

Vd [kN] : Effort vertical à la base de la fondation

Hd [kN] : Effort horizontal à la base de la fondation

R0 [kN] : Poids des terres excavées

Seff/Stot : Rapport entre l'aire effective et l'aire totale de la fondation

Rvd [kN] : Valeur de calcul de la résistance verticale nette du terrain (mécanisme de portance)

Rhd [kN] : Valeur de calcul de la résistance horizontale du terrain (mécanisme de glissement)

Portance : Vérification de la capacité portante de la fondation (ELU et ELS)

Excentrement : Vérification de l'excentricité du chargement (ELU et ELS)

Glissement : Vérification de la stabilité au glissement (ELU uniquement)

Tassement [cm] : Tassement sous la charge appliquée

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rvd	Rhd	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Caractéristiques	1000,00	0,00	144,00	1,00	3500,70	-	Ok	Ok	-	-
2	ELS-Quasi-permanentes	964,00	0,00	144,00	1,00	3500,70	-	Ok	Ok	-	0,86
3	ELU-Fondamentales	1301,00	0,00	144,00	1,00	5751,20	620,77	Ok	Ok	Ok	-



FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 11/07/2023 - 17:25:05
Calcul réalisé par : ANTEA GROUP

Projet : Semelle isolée
Module : Fondsup (Fondation 2/7)
Titre du calcul : Fondation B

Raideurs équivalentes de la fondation

- Type : Type de raideur
- Kv [kN/m] : Raideur verticale
- KHB [kN/m] : Raideur horizontale selon B
- KHL [kN/m] : Raideur horizontale selon L
- KMB [kNm/rad] : Raideur rotationnelle selon B
- KML [kNm/rad] : Raideur rotationnelle selon L

Raideurs équivalentes de la fondation

Type	Kv	KHB	KHL	KMB	KML
Raideurs statiques LT	9,512E04	7,565E04	7,565E04	7,542E04	7,542E04
Raideurs statiques CT	1,902E05	1,513E05	1,513E05	1,509E05	1,509E05
Raideurs sismiques Min	2,854E05	2,270E05	2,270E05	2,263E05	2,263E05
Raideurs sismiques Max	5,707E05	4,539E05	4,539E05	4,525E05	4,525E05



FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 11/07/2023 - 17:25:05
Calcul réalisé par : ANTEA GROUP

Projet : Semelle isolée
Module : Fondsup (Fondation 2/7)
Titre du calcul : Fondation B

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge : Indice du cas de charge

Combinaison : Type de combinaison

Vd [kN] : Effort vertical à la base de la fondation

Hd [kN] : Effort horizontal à la base de la fondation

R0 [kN] : Poids des terres excavées

Seff/Stot : Rapport entre l'aire effective et l'aire totale de la fondation

Rvd [kN] : Valeur de calcul de la résistance verticale nette du terrain (mécanisme de portance)

Rhd [kN] : Valeur de calcul de la résistance horizontale du terrain (mécanisme de glissement)

Portance : Vérification de la capacité portante de la fondation (ELU et ELS)

Excentrement : Vérification de l'excentricité du chargement (ELU et ELS)

Glissement : Vérification de la stabilité au glissement (ELU uniquement)

Tassement [cm] : Tassement sous la charge appliquée

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rvd	Rhd	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Caractéristiques	430,00	0,00	51,84	1,00	597,96	-	Ok	Ok	-	-
2	ELS-Quasi-permanentes	400,00	0,00	51,84	1,00	597,96	-	Ok	Ok	-	0,81
3	ELU-Fondamentales	569,00	0,00	51,84	1,00	982,36	271,50	Ok	Ok	Ok	-



FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 11/07/2023 - 17:25:23
Calcul réalisé par : ANTEA GROUP

Projet : Semelle isolée
Module : Fondsup (Fondation 3/7)
Titre du calcul : Fondation C

Raideurs équivalentes de la fondation

- Type : Type de raideur
- Kv [kN/m] : Raideur verticale
- KHB [kN/m] : Raideur horizontale selon B
- KHL [kN/m] : Raideur horizontale selon L
- KMB [kNm/rad] : Raideur rotationnelle selon B
- KML [kNm/rad] : Raideur rotationnelle selon L

Raideurs équivalentes de la fondation

Type	Kv	KHB	KHL	KMB	KML
Raideurs statiques LT	4,297E04	3,418E04	3,418E04	1,227E04	1,227E04
Raideurs statiques CT	8,594E04	6,835E04	6,835E04	2,453E04	2,453E04
Raideurs sismiques Min	1,289E05	1,025E05	1,025E05	3,680E04	3,680E04
Raideurs sismiques Max	2,578E05	2,051E05	2,051E05	7,360E04	7,360E04



FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 11/07/2023 - 17:25:23
Calcul réalisé par : ANTEA GROUP

Projet : Semelle isolée
Module : Fondsup (Fondation 3/7)
Titre du calcul : Fondation C

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge : Indice du cas de charge

Combinaison : Type de combinaison

Vd [kN] : Effort vertical à la base de la fondation

Hd [kN] : Effort horizontal à la base de la fondation

R0 [kN] : Poids des terres excavées

Seff/Stot : Rapport entre l'aire effective et l'aire totale de la fondation

Rvd [kN] : Valeur de calcul de la résistance verticale nette du terrain (mécanisme de portance)

Rhd [kN] : Valeur de calcul de la résistance horizontale du terrain (mécanisme de glissement)

Portance : Vérification de la capacité portante de la fondation (ELU et ELS)

Excentrement : Vérification de l'excentricité du chargement (ELU et ELS)

Glissement : Vérification de la stabilité au glissement (ELU uniquement)

Tassement [cm] : Tassement sous la charge appliquée

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rvd	Rhd	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Caractéristiques	320,00	0,00	36,00	1,00	427,86	-	Ok	Ok	-	-
2	ELS-Quasi-permanentes	298,00	0,00	36,00	1,00	427,86	-	Ok	Ok	-	0,83
3	ELU-Fondamentales	425,00	0,00	36,00	1,00	702,91	202,79	Ok	Ok	Ok	-



FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 11/07/2023 - 17:25:41
Calcul réalisé par : ANTEA GROUP

Projet : Semelle isolée
Module : Fondsup (Fondation 4/7)
Titre du calcul : Fondation D

Raideurs équivalentes de la fondation

- Type : Type de raideur
- Kv [kN/m] : Raideur verticale
- KHB [kN/m] : Raideur horizontale selon B
- KHL [kN/m] : Raideur horizontale selon L
- KMB [kNm/rad] : Raideur rotationnelle selon B
- KML [kNm/rad] : Raideur rotationnelle selon L

Raideurs équivalentes de la fondation

Type	Kv	KHB	KHL	KMB	KML
Raideurs statiques LT	3,163E04	2,516E04	2,516E04	6,271E03	6,271E03
Raideurs statiques CT	6,327E04	5,032E04	5,032E04	1,254E04	1,254E04
Raideurs sismiques Min	9,490E04	7,547E04	7,547E04	1,881E04	1,881E04
Raideurs sismiques Max	1,898E05	1,510E05	1,510E05	3,762E04	3,762E04



FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 11/07/2023 - 17:25:41
Calcul réalisé par : ANTEA GROUP

Projet : Semelle isolée
Module : Fondsup (Fondation 4/7)
Titre du calcul : Fondation D

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge : Indice du cas de charge

Combinaison : Type de combinaison

Vd [kN] : Effort vertical à la base de la fondation

Hd [kN] : Effort horizontal à la base de la fondation

R0 [kN] : Poids des terres excavées

Seff/Stot : Rapport entre l'aire effective et l'aire totale de la fondation

Rvd [kN] : Valeur de calcul de la résistance verticale nette du terrain (mécanisme de portance)

Rhd [kN] : Valeur de calcul de la résistance horizontale du terrain (mécanisme de glissement)

Portance : Vérification de la capacité portante de la fondation (ELU et ELS)

Excentrement : Vérification de l'excentricité du chargement (ELU et ELS)

Glissement : Vérification de la stabilité au glissement (ELU uniquement)

Tassement [cm] : Tassement sous la charge appliquée

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rvd	Rhd	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Caractéristiques	845,00	0,00	92,16	1,00	1313,10	-	Ok	Ok	-	-
2	ELS-Quasi-permanentes	757,00	0,00	92,16	1,00	1313,10	-	Ok	Ok	-	0,98
3	ELU-Fondamentales	1134,00	0,00	92,16	1,00	2157,20	541,09	Ok	Ok	Ok	-



FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 11/07/2023 - 17:25:55
Calcul réalisé par : ANTEA GROUP

Projet : Semelle isolée
Module : Fondsup (Fondation 5/7)
Titre du calcul : Fondation E

Raideurs équivalentes de la fondation

- Type : Type de raideur
- Kv [kN/m] : Raideur verticale
- KHB [kN/m] : Raideur horizontale selon B
- KHL [kN/m] : Raideur horizontale selon L
- KMB [kNm/rad] : Raideur rotationnelle selon B
- KML [kNm/rad] : Raideur rotationnelle selon L

Raideurs équivalentes de la fondation

Type	Kv	KHB	KHL	KMB	KML
Raideurs statiques LT	6,787E04	5,398E04	5,398E04	3,444E04	3,444E04
Raideurs statiques CT	1,357E05	1,080E05	1,080E05	6,889E04	6,889E04
Raideurs sismiques Min	2,036E05	1,619E05	1,619E05	1,033E05	1,033E05
Raideurs sismiques Max	4,072E05	3,239E05	3,239E05	2,067E05	2,067E05



FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 11/07/2023 - 17:25:55
Calcul réalisé par : ANTEA GROUP

Projet : Semelle isolée
Module : Fondsup (Fondation 5/7)
Titre du calcul : Fondation E

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge : Indice du cas de charge

Combinaison : Type de combinaison

Vd [kN] : Effort vertical à la base de la fondation

Hd [kN] : Effort horizontal à la base de la fondation

R0 [kN] : Poids des terres excavées

Seff/Stot : Rapport entre l'aire effective et l'aire totale de la fondation

Rvd [kN] : Valeur de calcul de la résistance verticale nette du terrain (mécanisme de portance)

Rhd [kN] : Valeur de calcul de la résistance horizontale du terrain (mécanisme de glissement)

Portance : Vérification de la capacité portante de la fondation (ELU et ELS)

Excentrement : Vérification de l'excentricité du chargement (ELU et ELS)

Glissement : Vérification de la stabilité au glissement (ELU uniquement)

Tassement [cm] : Tassement sous la charge appliquée

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rvd	Rhd	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Caractéristiques	1328,00	0,00	174,24	1,00	5148,40	-	Ok	Ok	-	-
2	ELS-Quasi-permanentes	1256,00	0,00	174,24	1,00	5148,40	-	Ok	Ok	-	0,99
3	ELU-Fondamentales	1743,00	0,00	174,24	1,00	8458,10	831,67	Ok	Ok	Ok	-



FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 11/07/2023 - 17:26:11
Calcul réalisé par : ANTEA GROUP

Projet : Semelle isolée
Module : Fondsup (Fondation 6/7)
Titre du calcul : Fondation F

Raideurs équivalentes de la fondation

- Type : Type de raideur
- Kv [kN/m] : Raideur verticale
- KHB [kN/m] : Raideur horizontale selon B
- KHL [kN/m] : Raideur horizontale selon L
- KMB [kNm/rad] : Raideur rotationnelle selon B
- KML [kNm/rad] : Raideur rotationnelle selon L

Raideurs équivalentes de la fondation

Type	Kv	KHB	KHL	KMB	KML
Raideurs statiques LT	1,094E05	8,702E04	8,702E04	1,050E05	1,050E05
Raideurs statiques CT	2,188E05	1,740E05	1,740E05	2,100E05	2,100E05
Raideurs sismiques Min	3,282E05	2,611E05	2,611E05	3,149E05	3,149E05
Raideurs sismiques Max	6,565E05	5,221E05	5,221E05	6,299E05	6,299E05



FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 11/07/2023 - 17:26:11
Calcul réalisé par : ANTEA GROUP

Projet : Semelle isolée
Module : Fondsup (Fondation 6/7)
Titre du calcul : Fondation F

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge : Indice du cas de charge

Combinaison : Type de combinaison

Vd [kN] : Effort vertical à la base de la fondation

Hd [kN] : Effort horizontal à la base de la fondation

R0 [kN] : Poids des terres excavées

Seff/Stot : Rapport entre l'aire effective et l'aire totale de la fondation

Rvd [kN] : Valeur de calcul de la résistance verticale nette du terrain (mécanisme de portance)

Rhd [kN] : Valeur de calcul de la résistance horizontale du terrain (mécanisme de glissement)

Portance : Vérification de la capacité portante de la fondation (ELU et ELS)

Excentrement : Vérification de l'excentricité du chargement (ELU et ELS)

Glissement : Vérification de la stabilité au glissement (ELU uniquement)

Tassement [cm] : Tassement sous la charge appliquée

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rvd	Rhd	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Caractéristiques	328,00	0,00	54,00	1,00	668,86	-	Ok	Ok	-	-
2	ELS-Quasi-permanentes	300,00	0,00	54,00	1,00	668,86	-	Ok	Ok	-	0,66
3	ELU-Fondamentales	429,00	0,00	54,00	1,00	1098,80	204,70	Ok	Ok	Ok	-



FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 11/07/2023 - 17:26:31
Calcul réalisé par : ANTEA GROUP

Projet : Semelle isolée
Module : Fondsup (Fondation 7/7)
Titre du calcul : Fondation G

Raideurs équivalentes de la fondation

- Type : Type de raideur
- Kv [kN/m] : Raideur verticale
- KHB [kN/m] : Raideur horizontale selon B
- KHL [kN/m] : Raideur horizontale selon L
- KMB [kNm/rad] : Raideur rotationnelle selon B
- KML [kNm/rad] : Raideur rotationnelle selon L

Raideurs équivalentes de la fondation

Type	Kv	KHB	KHL	KMB	KML
Raideurs statiques LT	3,708E04	2,949E04	2,949E04	7,350E03	7,350E03
Raideurs statiques CT	7,415E04	5,898E04	5,898E04	1,470E04	1,470E04
Raideurs sismiques Min	1,112E05	8,846E04	8,846E04	2,205E04	2,205E04
Raideurs sismiques Max	2,225E05	1,769E05	1,769E05	4,410E04	4,410E04



FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 11/07/2023 - 17:26:31
Calcul réalisé par : ANTEA GROUP

Projet : Semelle isolée
Module : Fondsup (Fondation 7/7)
Titre du calcul : Fondation G



Références :



Portées
communiquées
sur demande