

MAIRIE DE TRAMAYES
29 rue Neuve
71520 TRAMAYES

Nos références : pc/mm R 16LY1122 - TRAMAYES (71) - Extension groupe scolaire

Objet : – *Étude géotechnique d'avant-projet de type G2 AVP*

À l'attention de Monsieur Michel MAYA

Monsieur,

Nous vous prions de bien vouloir trouver ci-joint notre étude géotechnique afférente aux principes généraux de construction pour l'affaire citée en objet.

Nous restons à votre entière disposition pour tous renseignements complémentaires.

Vous en souhaitant bonne réception.

Bien sincèrement.

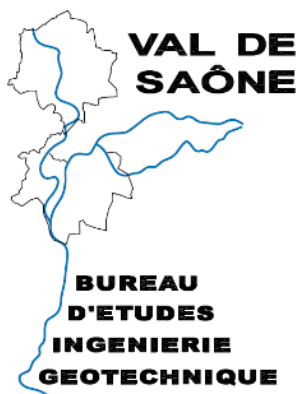
Pour **EQUATERRE VAL DE SAONE**

Le 17 janvier 2017

Christophe POMEL

EQUATERRE VAL DE SAONE
Z.A. Actigone 4
6 rue de l'Euro
74960 MEYTHET
RCS Annecy : 819 799 461
Tél : 04 78 58 96 13 - Fax 04 50 67 64 08

Diffusion : Tous les Intervenants (§ 1.2.)



MAIRIE DE TRAMAYES

TRAMAYES (71) *Extension groupe scolaire*

CADRE DE L'ETUDE GEOTECHNIQUE :

Missions normalisées NF P 94-500	G1 ES	G1 PGC	G2 AVP	G2 PRO	G2 DCE/ACT	G4 Étude	G4 Suivi
Présente mission EQUATERRE			X				
Phase de la maîtrise d'œuvre	-	APS	APD/AVP	PRO	DCE/ACT	VISA	AOR

Affaire n° 16LY1122

CODE projet : 3 sur 5

*Concertation préalable avec l'ingénierie indispensable
Voir synthèse en tête de rapport*

0	17/01/2017	A. CAMUS	C. POMEL / P. RIEGEL	Première diffusion
Ind.	Date	Établi par	Vérifié par	Objet de la modification

TABLE DES MATIERES

1. SYNTHESE	5
1.1 Code complexité projet	5
1.2 Adaptation globale du projet au sol	6
1.3 Les principaux aléas et enjeux identifiés	8
1.4 Incidences géotechniques sur l'avancement du projet	9
Action à minima de la maîtrise d'œuvre	9
Incidences et implications du géotechnicien à prévoir	9
2. GENERALITES	10
2.1 Situation	10
2.2 Les intervenants	10
2.3 Les documents fournis	11
2.4 Documents de référence	11
2.5 Les questions posées	11
2.6 Les opérations effectuées	11
3. ANALYSE	12
3.1 Les données du projet	12
3.1.1 L'ouvrage	12
3.1.2 Z.I.G., risques potentiels et enjeux technico-économiques	14
3.1.3 Données sur les réseaux	16
3.1.4 Sensibilité générale	16
3.2 Les données du sol	17
3.2.1 Données générales	17
3.2.2 Géologie du site	18
3.2.3 L'eau souterraine	19
3.2.4 Perméabilité	19
3.2.5 Caractéristiques mécaniques	19
3.2.6 Sismicité du site	20
3.2.7 Stabilité en excavation	21
3.2.8 Sensibilité du sol	21
4. L'ADAPTATION AU SOL	22
4.1 Interaction Sol/Structure	22
4.2 Orientations préalables	24
4.3 Gestion des mitoyens – existants proches	25
4.4 Classes de maternelle : fondations superficielles de type semelles isolées ou filantes, évoluant vers des puits. 26	
4.4.1 Valeurs de pré dimensionnement	26

4.4.2	Sujétions de réalisation	27	
4.5	Abris : fondations superficielles de type semelles isolées ou filantes	27	
4.5.1	Valeurs de pré dimensionnement	27	
4.5.2	Sujétions de réalisation	27	
4.6	Garderie : solution de type radier	28	
4.6.1.1	Valeurs de pré dimensionnement.....	28	
4.6.1.2	Sujétions de réalisation.....	28	
4.7	Autres adaptations au sol pour la construction	29	
4.7.1	Analyses laboratoire	29	
4.7.2	Terrassements généraux	30	
4.7.2.1	Conditions prévisibles de terrassements et aléas, à intégrer dans la conception et le planning.	30	30
4.7.2.2	Méthodologie générale en phase provisoire :	30	
4.7.2.3	Méthodologie générale en phase définitive :	30	
4.7.3	Forme sous dallage/radiers	31	
4.7.4	Voiries.....	31	
4.7.4.1	Voiries légères et parking VL.....	31	
4.7.4.2	Remarque(s) pour les dallages et voiries :	32	
4.7.5	Poussée des terres.....	32	
4.7.5.1	Matériaux en place non remaniés :	32	
4.7.5.2	Matériaux en remblai :	32	
4.7.6	Drainages.....	33	
5.	REMARQUES GENERALES	34	
5.1	Limites de l'étude.....	34	
5.2	Définition normalisée de la présente mission	34	
5.3	Assurance.....	34	
5.4	Autre(s) remarque(s).....	34	

Pièces Annexes

Plan d'implantation des sondages

Jeu de photographies

Tableau récapitulatif des sondages à la pelle mécanique

Tableau récapitulatif des essais au pénétromètre stato-dynamique

Graphiques pénétrométriques

Légende des essais pénétrométriques

Résultats d'analyses en laboratoire

Extrait de la norme NFP 94-500

Conditions générales de vente

1. SYNTHESE

1.1 Code complexité projet

	F	E	S	M	R	D
1						
2	X				X	X
3		X	X	X		
4						
5						

Gestion de la complexité par le maître d'œuvre général dans la cadre des règles de l'art habituelles

Gestion de la complexité par le maître d'œuvre spécialisé dans le cadre d'une étude de projet géotechnique

CODE complexité projet	3
------------------------	---

F : Fondations, dallages, voiries

S : Stabilité

R : Reconnaissances effectuées

E : Eau souterraine et infiltration

M : Mitoyens – Existant proche

D : Définition (avancement) du projet

1 : Peu d'aléas particuliers

2 : 1 ou 2 aspects de la construction à traiter particulièrement dans les pièces écrites et en Supervision d'exécution

3 : Travaux spéciaux d'ampleur modérée

4 : Travaux spéciaux importants mais de technicité courante

5 : Travaux spéciaux très techniques

Nomenclature : Rappel des conditions d'affectation

Codes

CODE 1 : Pas d'aléa

CODE 2 :

Une ou plusieurs croix dans les lignes suivantes :

F : Rattrapages Cloutage de plates-formes

E : Drainages périphériques Tapis drainants

M : Mitoyens/Existant peu sensibles

CODE 3 :

Si R et/ou D en ligne 4

Si une ou deux croix dans lignes suivantes :

F : Préchargement Fondations semi profondes Renforcement de sol
Pieux simples Micropieux Sécheresse

E : Masques Éperons Drainage préalable (décompression)

S : Berlinoise autostable ou tirantée sur 1 niveau Enrochements

M : Reprise en sous œuvre simple - Prise en compte de mitoyen existant sensible

CODE 4 :

Une ou plusieurs croix dans colonnes suivantes :

F : Pieux spéciaux Micropieux Spéciaux Mixte

E : Rabattement Pompage Nappe en charge

S : Paroi clouée Soutènements tirantés supérieurs ou égaux à 2 niveaux

M : Reprise en sous œuvre Technique spéciale

CODE 5 : Contexte général très contraignant

Si une ou plusieurs croix dans la ligne 5.

1.2 Adaptation globale du projet au sol

Il n'y a pas de contre-indication géotechnique majeure à la réalisation de cet ouvrage.

Le projet dans son insertion au site nécessite une adaptation au sol particulière.

Concertation préalable avec l'ingénierie indispensable.

Nous retiendrons :

FONDATIONS :

Cette adaptation ne nécessite pas l'utilisation de techniques spéciales vis à vis des fondations. Dans le cadre des tassements acceptables par la structure projetée, nous retiendrons :

- Pour l'abri, étant donné la « légèreté » de la structure, il s'agira de fondations superficielles de type semelles isolées et/ou filantes, encastrées au moins à la cote hors gel, et respectant la règle des 3H/2V avec les fondations du four existant. Pas d'horizon spécifique à atteindre mais dans la pratique, les fondations solliciteront les remblais superficiels, anciens.
- Pour les classes de maternelle, étant donné la structure prévue, il s'agira de fondations superficielles évoluant vers des fondations semi-profondes de type puits sollicitant en tout point le rocher. Prévoir des bétons de rattrapages.
- Enfin pour la garderie, étant donné la faible compacité des matériaux de couverture, la présence importante d'eau et les fortes sur-profondeurs du rocher dans cette zone, il s'agira d'un radier sollicitant les argiles sablo-caillouteuses. L'objectif est de rigidifier l'ouvrage et répartir au maximum les charges.

EAU SOUTERRAINE :

Cette adaptation nécessite localement l'utilisation de techniques spéciales vis à vis de l'eau souterraine dans la mesure où le drainage gravitaire de la plateforme d'assise du bâtiment est possible.

Il s'agit ici en phase provisoire :

- de drainage de plate-forme, surtout au droit de la future garderie et des futures classes de maternelle.
- de masques et éperons drainants généralisés, au sein des talus de terrassement qui seront à réaliser pour la construction des salles de maternelle.

Il s'agit ici en phase définitive :

- sous le radier de la garderie, il s'agira soit d'un tapis drainant et drainé en graves d'apport, soit d'une mise en œuvre d'un géotextile à âme drainante de type ENKADRAIN ou équivalent, avec évacuation gravitaire pérenne vers un réseau adapté.
- sous le dallage porté des classes maternelles, étant donné la proximité du rocher localement et afin de limiter les volumes de terrassements, il s'agira d'une mise en œuvre d'un géotextile à âme drainante de type ENKADRAIN ou équivalent, avec évacuation gravitaire pérenne vers un réseau adapté.
- de drainages périphériques classiques en périphérie de tous les ouvrages.
- d'une étanchéité selon le niveau de protection recherché par le Maître d'Ouvrage et la destination des locaux, pour les bâtiments enterrés.

Tout point bas non drainé fera l'objet d'un cuvelage.

SOUTÈNEMENTS - TERRASSEMENTS :

Cette adaptation nécessite localement l'utilisation de techniques spéciales vis à vis des soutènements.

Dans les zones où le recul disponible le permet, il s'agira de talus adoucis à 3H/2V avec masques et éperons drainants généralisés.

Sinon, il s'agira de talus renforcés par des enrochements, dûment dimensionnés, sauf si les talus peuvent être adoucis au-delà des limites de propriété. Autorisation préalable à demander auprès des propriétaires concernés. **Vérification de la stabilité générale du talus à prévoir dans le cadre d'un mission G2 (PRO).**

REPRISES-EN SOUS ŒUVRE :

Actuellement, le projet nécessite localement une adaptation.

En effet, pour la réalisation de la coursive située entre les classes maternelles et le mur de soutènement au nord, avec un calage de niveau, prévu pour la coursive, entre les cotes 460.6 et 461.1, et une base de fondations du mur de soutènement proche de la cote 460.9, un décaissement des terres en pied et sous fondation est nécessaire. La problématique réside dans la faisabilité de réalisation de ces travaux en pied d'un mur de soutènement de type mur poids. En effet, le risque d'instabilité de l'ouvrage avec de genre de travaux, est très important. En conséquence, nous conseillons vivement la maîtrise d'œuvre, d'adapter le projet. Dans la pratique, il est préférable économiquement et géotechniquement d'adapter le calage de la coursive pour ne pas terrasser au-delà de la base des fondations.

DALLAGES :

Cette adaptation **nécessite** l'utilisation de techniques spéciales vis à vis des dallages. Dans le cadre des tassements acceptables par la structure projetée, nous retiendrons :

- Pour l'abri et en cas de réalisation de dallage, il s'agira ici d'un dallage porté (dalle) en gestion des surélévations vis-à-vis du TN.
- Pour la garderie, il s'agira ici d'un radier général.
- Pour les salles de maternelle, il s'agira ici d'un dallage porté (dalle), en gestion de l'hétérogénéité des terrains sous-jacents (horizons argileux peu consolidé côté amont, nécessitant un empiècement très important et un cloutage si réalisation d'un dallage sur terreplein, rocher très en partie aval occasionnant un point dur si dallage sur terreplein).

VOIRIES :

Cette adaptation ne nécessite pas l'utilisation de techniques spéciales vis à vis des voiries. Renforcements localisés selon altération du sol support

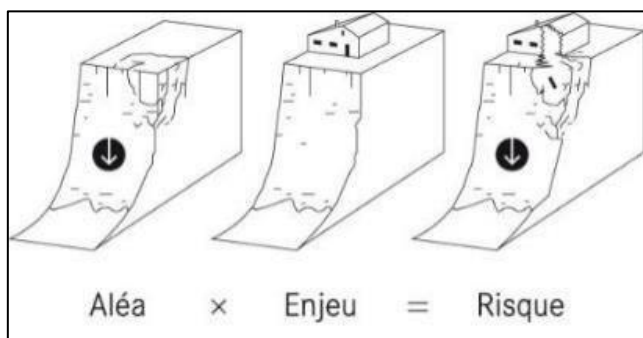
Les sujétions exposées ici peuvent être gérées, adaptées, voire optimisées dans le cadre d'une étude de projet géotechnique au sens de la norme NFP 94-500.

1.3 Les principaux aléas et enjeux identifiés

Il s'agit ici d'envisager les impacts technico-économiques possibles ou probables, des « sols et eaux » non gérés sur les travaux du projet lui-même ou sur l'environnement (ZIG).

Le présent rapport se propose de présenter les moyens de gérer et limiter ces risques.

Domaine d'application	Aléa	Principaux Enjeux (vulnérabilité)	Risque	Niveau de risque (Aléa x Enjeux)
Eau Superficielle	Circulations de versant, localement très importante Ruissellement Sols sensibles aux variations de teneur en eau	Infrastructure Arase terrassement	Infiltrations dans les parties enterrées. Ouvrage impropre à destination (dommages au mobilier, aux équipements)	4
Terrassement généraux	Rupture des talus ouverts avec forts reculs Ravinement important et/ou instabilité des talus au droit des venue d'eau	Humain Travaux en cours Voirie, foncier mitoyen, Infrastructure et superstructure mitoyen/existant Réseaux	Dommages corporels Dommages matériels Arrêt de chantier Travaux supplémentaires	4
Terrassement - ZIG	Rupture du sol support des ouvrages existants amont/mitoyens Vibrations en sol rocheux Déchaussement des fondations du mur de soutènement au nord	Voirie, foncier mitoyen, Infrastructure et superstructure mitoyen/existant Réseaux Instabilité du mur de soutènement au nord	Désordre sur les mitoyens et/ou les ouvrages existants amont (fissurations préjudiciables à la solidité de l'ouvrage) Fermetures des accès routiers Dommages sur les réseaux Désordre sur le mur de soutènement nord.	4
Arase	Décompression du sol d'arase, défauts de portance. Météo. Hétérogénéité du sol support au niveau de l'arase	Dallages et voiries	Renforcement localisé des supports - Retard de chantier Surcoûts liés aux purges / remblais complémentaires / traitement des sols pour parvenir aux objectifs de portance.	3
Fondations et dallages	Hétérogénéité du sol support au niveau de l'arase Sur profondeur du sol de fondation Décompression du sol support	Superstructure du projet Point dur Ouvrage : - Mitoyen - Proche	Tassements différentiels (apparition de fissuration) Arrêt du chantier – Gestion des délais.	3



Définition du niveau de risque

1	Faible
2	Peu important
3	Moyen, mais à gérer en exécution sous supervision géotechnique
4	Élevé, adaptations à intégrer en conception du projet
5	Très élevé, modifier le projet ou prévoir des dispositions constructives très lourdes

1.4 Incidences géotechniques sur l'avancement du projet

Ce tableau est une aide indicative mais non exhaustive, destinée à la Maîtrise d'œuvre, pour orienter ses travaux de construction vis à vis du contexte géotechnique du site, ceci ne saurait engager Equaterre dans un rôle de conception ou en cas d'autres sujétions non abordées ici. Les prescriptions géotechniques sont reportées dans le développement du rapport ci-après.

Domaine d'application	Action à minima de la maîtrise d'œuvre	Incidences et implications du géotechnicien à prévoir	Type de mission
Fondations	Pour l'abri, prévoir des fondations superficielles, sollicitant les remblais anciens, étant donné la légèreté de la structure. Pour la garderie, prévoir la réalisation d'un radier pour rigidifier la structure, sollicitant les argiles sableuses peu consolidée. Pour les salles de maternelle, prévoir la réalisation de fondations superficiels évoluant vers des puits courts côté ouest, sollicitant en tout point le rocher. Prévoir des bétons de rattrapage. Linéariser et rigidifier les appuis Optimisation des supers structures par rapport aux infrastructures ponctuelles Préciser les descentes de charges effectives	Contrôle de fond de fouille Supervision d'exécution	<ul style="list-style-type: none"> G5 G4
Eau	Drainages en sous-face de radier et du dallage porté, au droit de la garderie et des salles de maternelle. Drainage de plateforme en phase provisoire, au droit de la garderie et des salles de maternelle. Drainage périphérique en phase définitive et étanchéité à adapter selon la destination des locaux et le degré de protection recherché. Vérification des autorisations ou limitations de rejets dans les réseaux Calages de niveau, selon réseau gravitaire Traitement des eaux pluviales (infiltration non envisageable)	Dimensionnement d'un ouvrage de rétention avec rejet à débit limité Note technique traitant des drainages Supervision d'exécution	<ul style="list-style-type: none"> G5 G2 (PRO) G4
Terrassements Soutènements	Autorisation d'emprise sur et sous les domaines publics et/ou privés pour les terrassements « libres » pour éviter la réalisation de soutènement. Optimisation des emprises vis à vis de l'environnement. Prise en compte du recul nécessaire pour adoucir les talus libres à 3H/2V. Prévoir des masques et éperons drainants généralisés au sein de talus. Consultation d'entreprises spécialisées en soutènements sur la base d'un CCTP détaillé *	Vérification de la stabilité générale des talus de fortes hauteurs Pré Dimensionnement des écrans de soutènements Supervision d'exécution	<ul style="list-style-type: none"> G2 (PRO) G2 (PRO) G4
Mitoyens – Existants proches	Optimisation des emprises vis à vis de l'environnement. Adapter le projet le long du mur de soutènement nord, au droit de la coursoive. Constats d'huissier. Prise en compte de la géométrie des fondations des ouvrages proches et/ou mitoyens.	Supervision d'exécution	<ul style="list-style-type: none"> G4
Dallages et voiries	Maintien des portances d'arases Renforcement des arases de terrassement par cloutage en cas de décompression et/ou de mauvaises conditions météo.	Supervision d'exécution Contrôles de compactage	<ul style="list-style-type: none"> G4 G5

* Bien prévoir la diffusion des informations entre les différents lots pour lesquels il y a interaction (Fondations spéciales – Démolition – Terrassement – Gros œuvre...)

Equaterre se tient à la disposition des intervenants pour assurer des missions de type Investigations Géotechniques G0 à G5, suivant la classification des missions géotechniques jointes en annexe.

2. GENERALITES

2.1 Situation

Département : RHONE (69)

Commune : TRAMAYES

Adresse : Charrière des Sœurs

Parcelle n° 262

Altitude moyenne : De 458 à 465 NGF



* source : <http://www.geoportail.gouv.fr>

2.2 Les intervenants

INTERVENANTS	SOCIETES	REPRESENTANT	MAILS
MAÎTRE D'OUVRAGE	MAIRIE DE TRAMAYES	M. Michel MAYA	michel.maya@ensam.eu mairie.tramayes@wanadoo.fr
ARCHITECTE	Atelier d'architecture Mireille ROULLEAU	Mme ROULLEAU	mireille.roulleau@wanadoo.fr
BET STRUCTURE	CHAPUIS STRUCTURES	M. GREFFE	chapis.structures@wanadoo.fr
ECONOMISTE	BECa	-	beca@beca-economiste.fr
B.C.T			

Convention souscrite :

Notre proposition n° 16LY1122

Votre commande : Reçue par mail le 19/12/2016.

2.3 Les documents fournis

Documents	Echelle	Origine / référence	Indice/Avancement	Date
Plan topographique	1/200	GEOMETRE	B	Février 2016
Plan Rez	1/200	ARCHITECTE	-	20/12/2016
Coupes sur projet	1/200	ARCHITECTE	-	20/12/2016
Descente de charge	Consultation	CHAPUIS STRUCTURE	-	14/11/2016

2.4 Documents de référence

Site Infoterre (BRGM)

Site Prim.net

PPR de la commune de : TRAMAYES

<http://www.Argiles.fr>

<http://www.inondationsnappes.fr>

2.5 Les questions posées

Il s'agit de préciser, dans le cadre de la mission décrite au paragraphe 1.3, les points suivants :

- 1. La nature et les caractéristiques mécaniques des horizons rencontrés permettant le pré dimensionnement des infrastructures du projet.**
- 2. Les principes généraux de construction de l'ouvrage, liés à la géotechnique :**
 - Terrassements
 - Soutènements
 - Fondations et dallages
 - Dispositions vis à vis de l'eau souterraine.
- 3. Les principes généraux d'adaptation au sol des voiries.**

2.6 Les opérations effectuées

Pour répondre aux questions posées, nous avons réalisé les postes suivants :

- Visite du site, implantation et nivellement des sondages.
- Reconnaissances de fondations (7 fouilles).
- Sondages à la pelle mécanique (2 sondages).
- Essais d'infiltration de type « MATSUO »
- Essais au pénétromètre statique dynamique lourd (5 essais).
- Synthèse et rédaction d'un rapport d'étude géotechnique d'avant-projet.

3. ANALYSE

3.1 Les données du projet

3.1.1 L'ouvrage

Le projet est en phase APS et pourra être adapté ou modifié en fonction des résultats de l'étude géotechnique. À ce jour, nous retiendrons les principaux éléments suivants :

- Type : Extension du groupe scolaire comprenant la construction de salles de maternelle, d'une garderie et d'un abri.
- Dimensions : Cf. plan masse.



Plan masse projet

- Nombre de niveaux : R + 1 pour les salles de maternelle
Rez simple pour la garderie et l'abri.

- Calage de niveau bas :
 Maternelle : En décroché de niveau, calé aux cotes 460.3 et 460.7 m NGF, soit proche du TN côté aval, et vers - 2.5 m/TN côté amont.
 Garderie : A la cote 460.3 m NGF, soit proche du TN.
 Abri : A la cote 459.3 m NGF, soit proche du TN côté cour primaire, et surélevé de 0.8 m environ /parking aval.



- Structure : Béton rigide et peu déformable.
- Trame : Périphérique et croisée, continue et/ou ponctuelle.
- Descentes de charge : De l'ordre de 8T/ml pour les appuis filants au maximum
De l'ordre de 20 T pour les appuis isolés
- Dallages : Dallage faiblement chargé (350 kg/m²)
- Etat des lieux à la date d'intervention : Terrain partiellement remblayé et construit.

3.1.2 Z.I.G., risques potentiels et enjeux technico-économiques

(Zone d'influence géotechnique, NFP 94-500)

Volume du terrain au sein duquel il y a interaction entre l'ouvrage ou l'aménagement du terrain (du fait de sa réalisation et de son exploitation) et l'environnement (sols et ouvrages environnants).

Sa forme et son extension sont spécifiques à chaque site et chaque ouvrage.

Nous retiendrons :

Type d'aléa	Zone d'aléa négligeable	Zone d'aléa faible	Zone d'aléa moyen / modéré	Zone d'aléa fort
Crue (T)	X			
Remontée de nappe (I)	X			
Glissement de terrain (G)	X			
Retrait-gonflement des argiles		X		
Séismes		Zone 2		

- Voirie en limite de propriété Est et Sud-Est, sans grand recul.
- Limite de propriété avec peu / pas de recul.
- Mur de soutènement de grande hauteur, très peu fondé (20 cm sur le rocher), situé en limite de propriété nord (géométrie des fondations en annexe). Ouvrages existants proches à l'amont.

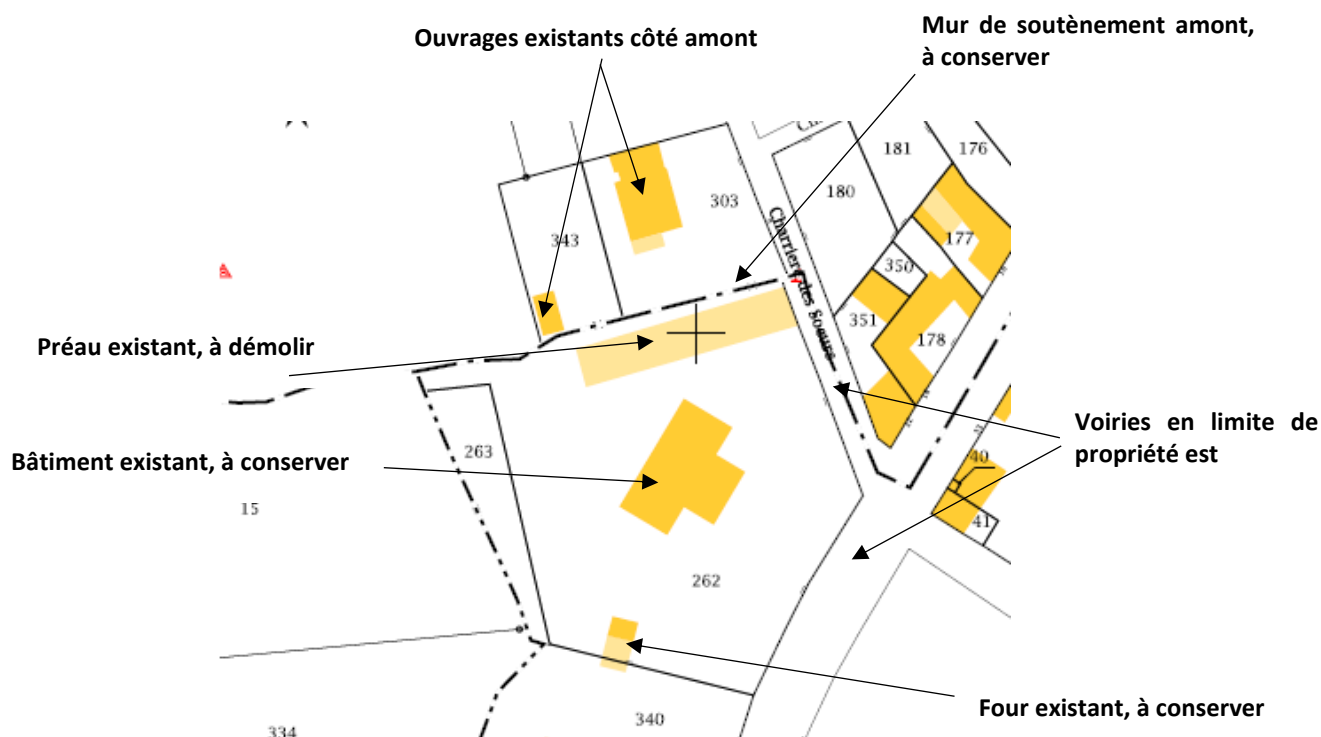
Nota : Ce mur présente des signes de vieillissement avec localement un déchaussement de certaines pierres (cf. photographie ci-dessous). Ce point sera à prendre en compte dans la réalisation du projet. Reprise locale du mur à prévoir.



Déchaussement local de certaines pierres

- Préau existant à démolir
- Four existant à conserver (géométrie des fondations en annexe).
- Bâtiment actuel à conserver. Système de fondation non reconnu.
- Le maître d'ouvrage et l'équipe de maîtrise d'œuvre devront se référer au règlement applicable au site et à l'ouvrage en vigueur à la date du dépôt de PC ou de construction. (PPR, etc....)
- Le diagnostic de qualité des sols (pollution) ne relève pas de la mission confiée à Equaterre.

Afin d'illustrer la ZIG, nous retiendrons :



Dans le cas de mitoyen et d'existant proche, l'enjeu technico-économique devra être parfaitement défini au préalable.

Enjeu technique : Un diagnostic préalable de solidité devra être établi par un bureau compétent, fixant le degré de sensibilité de l'ouvrage aux interventions sur et ou à proximité de ses super et infrastructures (rigidité, conception, délabrement préalable homogénéité d'appuis etc. ;).

Enjeu économique : Une analyse objective de l'impact des désordres éventuels sur le mitoyen devra être menée (réfections simples, pertes d'exploitation, évacuation, reconstruction..).

La conjugaison de ces enjeux technico-économiques conduira au choix constructif le mieux adapté de reprises, ou le cas échéant, à une modification de la conception du projet.

3.1.3 Données sur les réseaux

La maîtrise d'œuvre devra s'assurer de la position et de la bonne adéquation des réseaux existants au fonctionnement futur de l'ouvrage (Obligation à partir du 1^{er} juillet 2012).

En particulier, les réseaux EP devront être parfaitement reconnus et étudiés dans le cas de drainage gravitaire des futures parties enterrées.

Les réseaux secs alimentés depuis l'amont devront faire l'objet d'un traitement approprié selon les règles de l'art.

<http://www.reseaux-et-canalisation.ineris.fr> / <http://www.reseaux-et-canalisation.gouv.fr>

3.1.4 Sensibilité générale

(Sont développés dans ce chapitre les problèmes implicites liés à l'ouvrage et à la Z.I.G.)

- **Salle de maternelle enterrée côté amont (nord-ouest)**
- **Décroché de niveaux bas pour le bâtiment des salles maternelles.**
- **Ouvrage rigide, peu déformable.**
- **Construction en limite de propriété.**
- **Bâtiments existants à conserver (école et four).**
- **Existant proche, notamment des murs de soutènements.**
- **Recul disponible en terrassements de déblais limité à inexistant (côté nord-ouest).**
- **Voiries en limite de propriété.**
- **Signe de vieillissement avec déchaussement de certaines pierres, du mur de soutènement au nord.**
- **Mur de soutènement au nord, de type mur poids, très peu fondé.**

3.2 Les données du sol

3.2.1 Données générales

- Morphologie : **Légère pente**



- Typologie : **Versant**

[La typologie du site définit un domaine où la géologie correspond à une même logique de formation]

- Contexte : **Rocher.**

Il s'agit du type de dépôt principal rencontré sur ce site.

- Dominante : **Rocher cristallin sous couverture limono-sableuse à argileuse**

Il s'agit de la nature principale des matériaux rencontrés.

- Particularité :

- Altération de surface pouvant être épaisse.
- Venues d'eau importante de versant au toit rocheux.
- Saturation des horizons de couverture.
- Compacités faibles à très faible des horizons de couverture.
- Sensibilité à l'eau et aux sollicitations mécaniques des matériaux limoneux et argileux.
- Instabilité au droit des venues d'eau.
- Horizons de couverture à dominante limoneuse et argileuse.
- Sur profondeurs très rapides et importantes du toit rocheux.
- Remblais superficiels.
- Substratum rocheux très compact, à faible profondeur.

[Chaque ensemble typologie – contexte – dominante, amène un lot de spécificités géologiques représentatives des « problèmes » potentiels à intégrer dans la réflexion d'adaptation sol/structure.]

3.2.2 Géologie du site

[Ceci concerne le sol au droit du projet, mais également au droit de la ZIG : Il s'agit d'une interprétation la plus juste possible, déduite et interpolée à partir des sondages ponctuels. Seule la vision en « vraie grandeur », c'est à dire à l'ouverture peut garantir l'exactitude de l'organisation géologique. En effet, le sol est par définition discontinu et répond à des logiques de formation non purement mathématiques ou statistiques.]



Plan d'implantation des sondages

Dans la pratique, et d'après les sondages réalisés à ce jour, nous pouvons retenir l'organisation géologique la plus probable suivante :

- **Terre végétale** sur 10 à 30 cm d'épaisseur environ.
- **Remblais** de nature sablo caillouteuse jusqu'à 0,2 à 1,0 m de profondeur/TN.
- **Limons sablo-argileux** jusqu'à 1,6 à 2,5 m de profondeur/TN.
- **Argiles sableuses à sablo-caillouteuses grises à bleues, molles** jusqu'à 3,0 à 3,4 m de profondeur/TN.
- **Substratum rocheux massif** au-delà.

[Pour les terrains plus en profondeur, les faciès ne sont le fait que d'une interprétation du géotechnicien basée sur les résultats des cuttings de sondages destructifs ou sur les résultats des autres essais, mais ne résultent en aucun cas d'une description visuelle contractuelle du matériau in-situ telle que celle pouvant être effectuée au droit de puits à la pelle mécanique ou à l'aide de sondages carottés (échantillons prélevés). Si la Maîtrise d'œuvre le souhaite de tels sondages visuels pourront être chiffrés et mis en œuvre lors d'une campagne d'investigations complémentaires.]

Pour plus de détails, la géologie du site, au droit des essais réalisés, est reportée dans les tableaux récapitulatifs joints en annexes.

3.2.3 L'eau souterraine

Les sondages réalisés le 28/12/2016 ont mis en évidence d'importantes venues d'eau, au toit rocheux et saturant les horizons de couverture, notamment en partie amont sur la parcelle n° 263.

L'eau souterraine constitue un élément **fondamental** du site, qui doit être abordé comme une constante à l'échelle du versant.

Pas de notion de PHE du fait de circulations de versant, avec exutoire gravitaire aval.

S'agissant de matériaux peu perméables, toute venue d'eau infiltrée en point bas non drainé, sera piégée, avec risque d'accumulations.

Dans ces conditions, les bâtiments seront concernés par des circulations de versant.

3.2.4 Perméabilité

Un essai d'infiltration type MATSUO simplifié a été réalisé dans le sondage à la pelle S1.

L'horizon sollicité par les essais est constitué d'argile sableuse à sablo-caillouteuse.

Aucune infiltration n'a été observée.

Les matériaux du site présentent donc une très faible perméabilité, ne permettant pas d'envisager un système de rétention à débit contrôlé. De plus, le contexte rocheux du site ne permet pas d'infiltrer les EP.

Le dimensionnement des ouvrages de rétention relève d'une mission spécifique type G5.

Le débit de fuite sur les réseaux publics devra être précisé par le concessionnaire.

3.2.5 Caractéristiques mécaniques

Nous retiendrons, à partir du terrain naturel :

- une compacité très hétérogène des remblais en surface ;
- une faible à très faible globalement, des compacité des limons sablo-argileux
- Puis, une très bonne compacité du rocher en profondeur, avec refus systématique au pénétromètre.

IMPORTANT : Les matériaux au niveau de l'arase de terrassement prévue (argiles et/ou limons) sont susceptibles de perdre rapidement leurs caractéristiques mécaniques en cas de sollicitations mécaniques et de variation de teneur en eau.

Les horizons de couverture, excavée dans les sondages à la pelle mécanique, se transformeront en boue sous l'effet des sollicitations mécaniques et du remaniement. Il s'agit d'une information capitale vis à vis de la bonne conduite des travaux à engager.

3.2.6 Sismicité du site

Nous retiendrons les éléments géotechniques suivants :

- Données règlementaires :

Normes et documents règlementaires pris en compte dans le présent rapport :

NF EN 1998-1, 1998-5 : Règles de l'Eurocode 8 (Calcul des structures pour leur résistance aux séismes – Partie 5 : Fondations, soutènements et aspects géotechniques).

Zone de sismicité selon décret n°2010-1255 du 22 octobre 2010

Zone de sismicité	Niveau d'aléa	a_{gr} (m/s ²)	Classes de sol	S (zones 1 à 4)	Catégorie d'importance	Coefficient d'importance γ_I
Zone 1	Très faible	0,4	A	1	I	0,8
Zone 2	Faible	0,7	B	1,35	II	1
Zone 3	Modéré	1,1	C	1,5	III	1,2
Zone 4	Moyen	1,6	D	1,6	IV	1,4
			E	1,8		

Influence du sol S_r

Coefficient d'importance γ_I

Les matériaux du site, compte tenu de leur nature, de leur compacité et de leur saturation en eau ne sont pas classés dans les matériaux à caractère potentiellement liquéfiable.

Accélération nominale : $a_g = \gamma_{I1} \cdot S_r \cdot a_{gr}$

Les exigences sur le bâti neuf dépendent de la catégorie d'importance du bâtiment (à définir par la maître d'ouvrage et le bureau de contrôle) et de la zone de sismicité.

Caractérisation des classes de sol selon les Eurocodes 8		Paramètres		
Classe de sol	Description du profil stratigraphique	$V_{s,30}$ (m/s)	NSPT (bl/30cm)	Cu (Pa)
A	Rocher ou tout autre formation géologique de ce type comportant une couche superficielle d'au plus 5 m de matériau moins résistant.	> 800		
B	Dépôts raides de sable, de graviers, ou d'argile surconsolidée, d'au moins plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur, caractérisés par une augmentation progressive des propriétés mécaniques avec la profondeur.	360-800	> 50	> 250
C	Dépôts profonds de sable de densité moyenne, de gravier ou d'argile moyennement raide, ayant des épaisseurs de quelques dizaines à plusieurs centaines de mètres.	180-360	15-50	70-250
D	Dépôts de sol sans cohésion de densité faible à moyenne (avec ou sans couches cohérentes molles) ou comprenant une majorité des sols cohérents mous à fermes.	< 180	< 15	< 70
E	Profil de sol comprenant une couche superficielle d'alluvions avec des valeurs de V_s de classes C ou D et une épaisseur comprise entre 5 m environ et 20 m, reposant sur un matériau plus raide avec $V_s > 800$ m/s			
S ₁	Dépôts composés, ou contenant, une couche d'au moins 10 m d'épaisseur d'argiles molles/vases avec un indice de plasticité élevé ($PI > 40$) et une teneur en eau importante	< 100 (indicative)		10-20
S ₂	Dépôts de sols liquéfiables d'argiles sensibles ou tout autre profil de sol non compris dans les classes A à E ou S ₁			

$V_{s,30}$ est la vitesse moyenne des ondes de cisaillement. Le site est classé suivant la valeur de $V_{s,30}$ si celle-ci est disponible, sinon, la valeur de NSPT sera utilisée. NSPT est le nombre de coups au pénétromètre dynamique SPT (Standard Penetration Test) ; Cu est la cohésion non drainée.

Pour tout complément, se reporter aux sites www.developpement-durable.gouv.fr - www.planseisme.fr et www.prim.net...

3.2.7 Stabilité en excavation

Les sondages à la pelle montrent à l'échelle d'un puits, une mauvaise stabilité à court terme, avec éboulements rapides par cavage des matériaux argilo-sableux, sous eau.

Il faudra anticiper, à l'échelle des terrassements :

- Des phénomènes d'instabilité des talus, pour des pentes supérieures à 3H/2V au sein des horizon de couverture.
- Des phénomènes d'instabilités des talus à la faveur de discontinuités mécaniques (horizon de couverture/rocher) indépendamment des pentes des talus de terrassement.
- Une érosion des talus exposés aux agents climatiques et/ou aux venues d'eau souterraine

3.2.8 Sensibilité du sol

(Sont développés dans ce chapitre les problèmes implicites liés à ce type de terrain)

- **Matériaux limoneux et argileux sensibles aux variations de teneur en eau et aux sollicitations mécaniques.**
- **Horizons de couverture très peu compacts et hétérogènes.**
- **Assise rocheuse compacte, à profondeur variable, avec sur-profondeurs rapides et importantes.**
- **Importantes circulations d'eau, saturant les horizons de couverture, intéressant les projets.**
- **Remblais superficiels.**
- **Rocher compact.**

4. L'ADAPTATION AU SOL

4.1 Interaction Sol/Structure

De ce qui précède, il découle les incidences géotechniques suivantes :

SOL	STRUCTURE
<ul style="list-style-type: none"> Matériaux limoneux et argileux sensibles aux variations de teneur en eau et aux sollicitations mécaniques. Horizons de couverture très peu compacts et hétérogènes. Assise rocheuse compacte, à profondeur variable, avec sur-profondeur rapides et importantes. Importantes circulations d'eau, saturant les horizons de couverture, intéressant les projets. Remblais superficiels. Rocher compact. 	<ul style="list-style-type: none"> Salle de maternelle enterrée côté amont (nord-ouest) Décroché de niveau bas pour le bâtiment des salles maternelles. Ouvrage rigide, peu déformable. Construction en limite de propriété. Bâtiments existants à conserver (école et four). Existant proche, notamment des murs de soutènements. Recul disponible en terrassements de déblais limité à inexistant (côté nord-ouest). Voiries en limite de propriété. Signe de vieillissement avec déchaussement de certaines pierres, du mur de soutènement au nord. Mur de soutènement au nord, de type mur poids, très peu fondé.

Domaine d'application	Aléa	Principaux Enjeux (vulnérabilité)	Risque	Niveau de risque (Aléa x Enjeux)
Eau Superficielle	Circulations de versant, localement très importante Ruissellement Sols sensibles aux variations de teneur en eau	Infrastructure Arase terrassement	Infiltrations dans les parties enterrées. Ouvrage impropre à destination (dommages au mobilier, aux équipements)	4
Terrassement généraux	Rupture des talus ouverts avec forts reculs Ravinement important et/ou instabilité des talus au droit des venue d'eau	Humain Travaux en cours Voirie, foncier mitoyen, Infrastructure et superstructure mitoyen/existant Réseaux	Dommages corporels Dommages matériels Arrêt de chantier Travaux supplémentaires	4
Terrassement - ZIG	Rupture du sol support des ouvrages existants amont/mitoyens Vibrations en sol rocheux Déchaussement des fondations du mur de soutènement au nord	Voirie, foncier mitoyen, Infrastructure et superstructure mitoyen/existant Réseaux Instabilité du mur de soutènement au nord	Désordre sur les mitoyens et/ou les ouvrages existants amont (fissurations préjudiciables à la solidité de l'ouvrage) Fermetures des accès routiers Dommages sur les réseaux Désordre sur le mur de soutènement nord.	4
Arase	Décompression du sol d'arase, défauts de portance.	Dallages et voiries	Renforcement localisé des supports - Retard de chantier	3

	Météo. Hétérogénéité du sol support au niveau de l'arase		Surcoûts liés aux purges / remblais complémentaires / traitement des sols pour parvenir aux objectifs de portance.	
Fondations et dallages	Hétérogénéité du sol support au niveau de l'arase Sur profondeur du sol de fondation Décompression du sol support	Superstructure du projet Point dur Ouvrage : - Mitoyen - Proche	Tassements différentiels (apparition de fissuration) Arrêt du chantier – Gestion des délais.	3



Sont indiqués ici les principes constructifs par catégories d'enjeux identifiés, afin de gérer les risques correspondants

INCIDENCES GEOTECHNIQUES

Fondation :

- Prévoir un radier sollicitant les argiles sablo-caillouteuses pour la garderie
- Prévoir des fondations superficielles, sollicitant les remblais anciens et dimensionnées avec une contrainte de sol réduite, pour l'abri.
- Prévoir des fondations superficielles évoluant vers des puits courts, sollicitant le rocher, pour le bâtiment accueillant les futures salles de maternelle.
- Prospect de la règle des 3H/2V entre les fondations de l'abri projeté et du four.

Eau Souterraine :

- Gérer les venues d'eau en phase provisoire : Drainage des plateformes, mise en œuvre de masques et/ou d'éperons drainants au sein des talus libres.
- Gérer les venues d'eau en phase définitive : Drainage en sous face du dallage porté sous les salles maternelles, et en sous face du radier de la garderie. Drainage périphérique pour l'ensemble des ouvrages.

Terrassement – Stabilité :

- Gérer la stabilité des talus en phase provisoire.
- Prévoir localement des soutènements de type enrochement ou équivalent, ou bien de demander les autorisations d'emprises au-delà des limites de propriétés.
- Utilisation d'outils de terrassement avec BRH pour les terrassements au sein du rocher.
- Adapter le projet (calage courive) le long du mur de soutènement nord.

4.2 Orientations préalables

De ce qui précède, il apparaît que :

- Pour l'abri, on pourra s'orienter vers une solution de fondation de type semelles encastrées au moins à la cote hors gel, au sein des remblais anciens. On veillera également à respecter la règle des 3H/2V avec le four existant. En cas de réalisation de dallage, prévoir la réalisation d'un dallage porté pour gérer les surélévations vis-à-vis du terrain naturel.
- Pour la garderie, on s'orientera vers la mise en œuvre d'un radier, sollicitant en tout pont les argiles sablo-caillouteuses. En sous-face de ce radier, prévoir la mise en œuvre d'un tapis drainant et/ou d'un géotextile à âme drainante, avec exutoire gravitaire, en gestion des importantes circulations de versant.
- Pour le bâtiment des classes de maternelle, on veillera à solliciter en tout point le substratum rocheux. On s'orientera ainsi vers la réalisation de fondations superficielles côté est, évoluant vers des puits côté ouest. Pour le dallage, en gestion des faibles compacités des horizons de couverture (côté ouest) et l'effet point dur (côté nord), on s'orientera vers la réalisation d'un dallage porté (dalle) drainé en sous face avec mise en œuvre d'un géotextile à âme drainante, de type ENKADRAIN ou équivalent, pour limiter les terrassements au sein du rocher.

Concernant les terrassements, dans les zones où le recul disponible le permet, on s'orientera vers la réalisation de talus libres limités à 3H/2V au sein des horizons de couverture avec masques et éperons drainants généralisés. Attention aux vibrations vis-à-vis des avoisinants proches et des existants sous les terrassements au sein du rocher. Attention également aux discontinuités au niveau de l'interface rocher/horizon de couverture, à l'origine d'instabilité probable. Blocage des pieds de talus à prévoir le cas échéant. Vérification de la stabilité générale des talus à prévoir en phase G2 (PRO).

Pour le cas où le recul disponible n'est pas suffisant, il est préférable de demander les autorisations d'emprises au-delà des limites de propriété pour conserver des talus libres. Sinon prévoir la réalisation d'ouvrages de soutènements de type enrochement, dûment dimensionnés.

Enfin, pour la réalisation de la coursive située le long du mur de soutènement nord, nous conseillons vivement la maîtrise d'œuvre, d'adapter le projet. Dans la pratique, il est préférable économiquement et géotechniquement d'adapter le calage de la coursive pour ne pas terrasser au-delà de la base des fondations.

Les différents principes d'adaptation au sol envisagés ou envisageables sont développés ci-après avec la prise en compte des risques et limites qui y sont liés.

4.3 Gestion des mitoyens – existants proches

Dans le cas d'existants proches, de mitoyens, l'enjeu technico-économique devra être parfaitement défini au préalable.

Enjeu technique : Un diagnostic préalable de solidité devra être établi par un bureau compétent, fixant le degré de sensibilité de l'ouvrage aux interventions sur ses super et infrastructures (rigidité, conception, délabrement préalable homogénéité d'appuis etc. ;).

Enjeu économique : Une analyse objective de l'impact des désordres éventuels sur le mitoyen devra être menée (réfections simples, pertes d'exploitation, évacuation, reconstruction...)

La conjugaison de ces enjeux technico-économiques conduira au choix le mieux adapté de reprises, ou le cas échéant, à une modification de la conception du projet.

Dans la pratique, nous retiendrons le principe suivant :

Le sondage de reconnaissance de fondation du mur de soutènement nord, a montré que l'ouvrage repose sur un système simple et superficiel sollicitant, sans débord, le rocher. L'ouvrage est très peu fondé (20 cm). Dans la pratique, cet ouvrage de soutènement est probablement un ouvrage de type poids.

Les sondages de reconnaissances de fondations du four et du mur de limite de propriété sud (cf. reconnaissances RF7 et RF6), ont montré que les ouvrages reposent sur un système simple et superficiel, encastré sans débord vers – 0,6 m de profondeur/TN, et sollicitant les limons sablo-argileux marron.

Pour limiter les interférences entre les fondations des mitoyens et le projet il conviendra donc :

- De respecter la règle de 3H/2V entre les fondations du four et celle de l'abri projeté.
- D'adapter le calage de niveau de la cursive pour éviter des travaux de reprises en sous œuvre compliquées.

4.4 Classes de maternelle : fondations superficielles de type semelles isolées ou filantes, évoluant vers des puits.

[Il s'agit de la réalisation de semelles filantes et/ou isolées encastrees à une cote hors gel, avec rattrapages limités au mètre.]

On s'orientera vers cette solution à condition que les fondations sollicitent en tout point le rocher. Prévoir des bétons de rattrapage.

À des fins d'analyse, nous retiendrons les profondeurs du toit de l'horizon de fondation :

Essai	RF1	RF2	P3	P4	P5
Cote du sondage	461.1	461.1	462.1	461.0	461.1
Cote du bon sol m/TN*	-0.4	0.2	-3.0	-1.6	-0.3
Cote du bon sol m NGF*	460.7	460.9	459.1	459.4	460.8

* Cote du bon sol hors encastrement



Plan d'implantation des sondages

4.4.1 Valeurs de pré dimensionnement

Pour le pré dimensionnement des semelles, nous retiendrons :

CONTRAINTE ADMISSIBLE (ELS) : $q_a = 0.4 \text{ MPa}$

CONTRAINTE DE CALCUL (ELU) : $q = 0.6 \text{ MPa}$

Les tassements correspondants resteront faibles, de l'ordre du centimètre, et acquis principalement en cours de construction, si les sujétions suivantes sont bien respectées.

4.4.2 Sujétions de réalisation

TRES IMPORTANT :

- Les sondages réalisés permettent de définir l'organisation géologique générale, de comprendre son incidence sur l'adaptation au sol. Le présent maillage, défini en phase faisabilité, n'est pas destiné à quantifier les volumes de rattrapages éventuels en phase DCE. Le cas échéant, si le Maître d'œuvre le juge nécessaire, il pourra demander un complément au Maître d'ouvrage, afin d'affiner ses quantités.
- Ancrage des fondations dans la pleine masse.
- Pas de coffrage sur cette dernière.
- Coulage d'un béton de propreté dès ouverture.

4.5 Abris : fondations superficielles de type semelles isolées ou filantes

[Il s'agit de la réalisation de semelles filantes et/ou isolées encastrées à une cote hors gel, avec rattrapages limités au mètre.]

On s'orientera vers cette solution à condition que les fondations soient en tout point encastrées au minimum à la cote hors gel et respectent la règle des 3H/2V avec les fondations du four. Dans la pratique, les fondations solliciteront les remblais et/ou les limons sablo-argileux.

4.5.1 Valeurs de pré dimensionnement

Pour le pré dimensionnement des semelles, nous retiendrons :

CONTRAINTE ADMISSIBLE (ELS) : $q_a = 0.08 \text{ MPa}$

CONTRAINTE DE CALCUL (ELU) : $q = 0.12 \text{ MPa}$

Les tassements correspondants resteront faibles, de l'ordre du centimètre, et acquis principalement en cours de construction, si les sujétions suivantes sont bien respectées.

4.5.2 Sujétions de réalisation

TRES IMPORTANT :

- Les sondages réalisés permettent de définir l'organisation géologique générale, de comprendre son incidence sur l'adaptation au sol. Le présent maillage, défini en phase faisabilité, n'est pas destiné à quantifier les volumes de rattrapages éventuels en phase DCE. Le cas échéant, si le Maître d'œuvre le juge nécessaire, il pourra demander un complément au Maître d'ouvrage, afin d'affiner ses quantités.
- Ancrage des fondations dans la pleine masse.
- Pas de coffrage sur cette dernière.
- Bien s'assurer de traverser les couches altérées en fondation.
- Coulage d'un béton de propreté dès ouverture.
- Fondations protégées à la cote hors gel.
- Respecter la règle des 3H/2V avec les fondations des existants.

4.6 Garderie : solution de type radier

On s'orientera vers la réalisation d'un radier général.

4.6.1.1 Valeurs de pré dimensionnement

Pour le pré dimensionnement du radier, nous retiendrons :

Pour le calcul du radier, on pourra retenir en première approche une valeur du module de réaction de 500 t/m³. La valeur du module de réaction sera précisée une fois les descentes de charge précisément définies.

$$K_v = \frac{\sigma' \text{ [t/m}^2\text{]}}{\Delta s \text{ [m]}}$$

4.6.1.2 Sujétions de réalisation

- Bêche périphérique de mise hors gel.

4.7 Autres adaptations au sol pour la construction

4.7.1 Analyses laboratoire

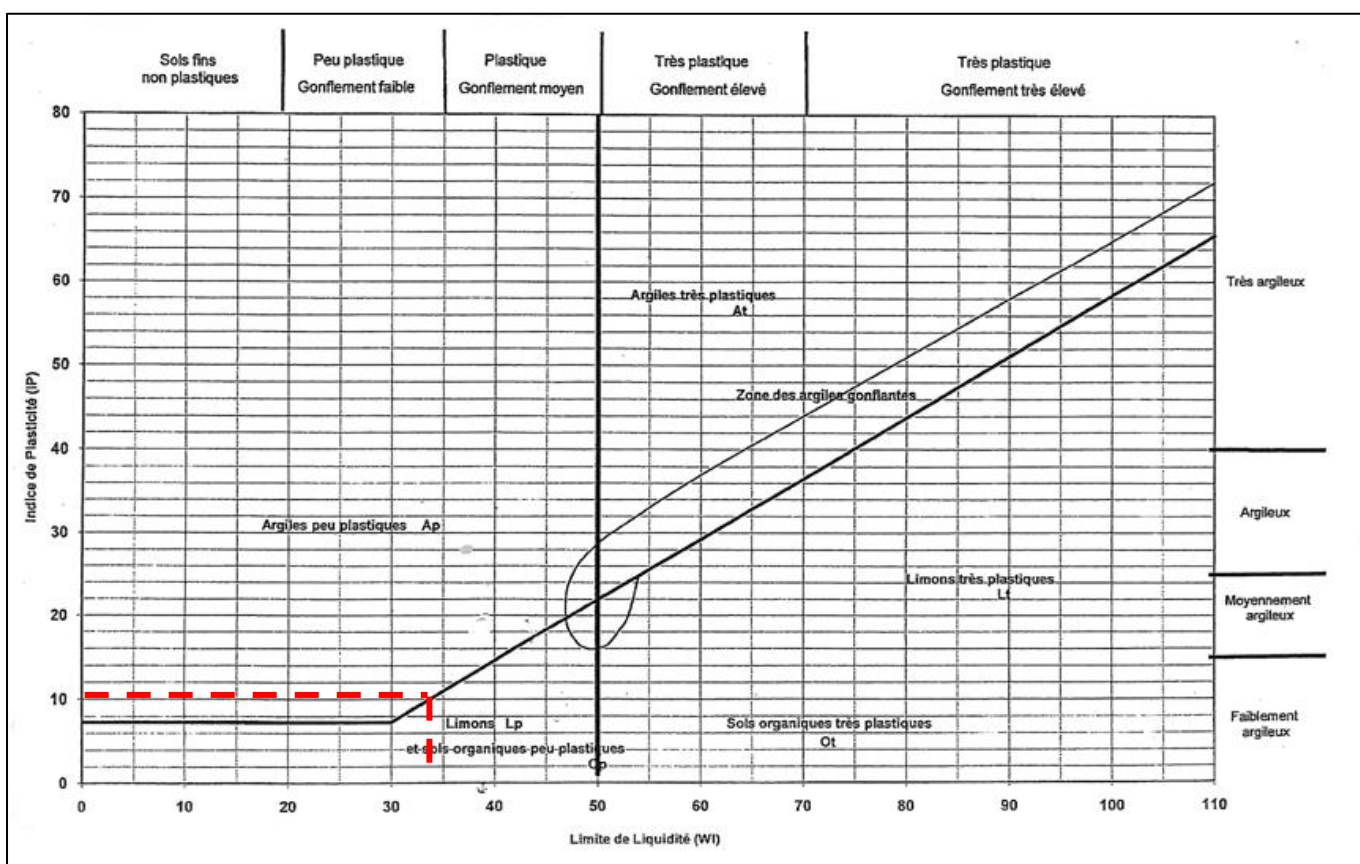
Des analyses en laboratoire ont été réalisées sur un échantillon d'argile prélevé sur le site. Ces analyses ont pour but la classification du sol en termes de gonflement. Les résultats sont reportés en annexes.

Nous retiendrons :

Limite de liquidité (WL) = 34

Indice de plasticité (Ip) = 10

- **Sol peu plastique, faiblement argileux, à gonflement faible** selon la classification par le diagramme de plasticité de « Casagrande ».



De ce fait, la gestion du phénomène de retrait-gonflement des argiles n'est pas un paramètre déterminant dans la construction du projet.

4.7.2 Terrassements généraux

Le projet nécessite des travaux de terrassement provisoires en déblais jusqu'à 2 m de hauteur environ côté amont.

4.7.2.1 Conditions prévisibles de terrassements et aléas, à intégrer dans la conception et le planning.

- Impact des intempéries : le sol constitutif de l'arase est très sensible aux variations de teneur en eau et sollicitations mécaniques.
- Rocher
- Vestiges de fondations
- Talus
- Circulation de versant importante.

Attention : L'absence de recul dans la configuration actuelle, fait que les talus libres seront inévitablement instables sur l'emprise des parcelles mitoyennes, ceci devra être géré par la maîtrise d'œuvre.

4.7.2.2 Méthodologie générale en phase provisoire :

- Toutes mesures devront être prises pour préserver l'état de surface de la pleine masse (Captage de l'eau, protection des intempéries, terrassement en rétro, circulation limitée, arase terrassement avec pente).
- Compte tenu de la nature des matériaux rencontrés en arase terrassement, il faudra prévoir en cas de décompression une purge complémentaire ou un cloutage en gros éléments (\varnothing 50-150 mm ou équivalent), jusqu'à assurer la traficabilité des engins de chantier sur la plate-forme.
- Il faudra prévoir la mise en œuvre de masques en enrochements généralisés, avec cunettes de pied de talus et évacuation périphérique.
- Prévoir une pelle mécanique puissante munie d'un BRH pour les terrassements au sein du rocher.
- Les talus provisoires non soutenus, devront être limités à 3H/2V au sein des horizons de couverture. Au-delà, un renforcement et/ou butonnage devront être entrepris dans les délais les plus brefs.
- Prévoir de demander les autorisations d'emprise au-delà des limites de propriétés.

4.7.2.3 Méthodologie générale en phase définitive :

- Les talus de remblais ne devront pas excéder une pente de 3H/2V (33°/horizontale). Ces talus seront impérativement mis en œuvre par temps sec. Prévoir la mise en œuvre de plates-formes d'accroche préalables dans le terrain, et le serrage du remblai, au minimum par chenillage à la pelle mécanique.
- Les talus de remblais devront être drainés en sous-face et face arrière, afin de limiter les accumulations et les poches pouvant apparaître à terme dans des matériaux peu perméables.
- Les talus de déblais définitifs seront imprimés d'une pente maximum de 3H/2V (33°/horizontale). Si ces pentes ne peuvent être appliquées (pour des raisons d'insertion du projet dans la pente, par exemple), il faudra alors prévoir des ouvrages de soutènement spécifiques, dûment dimensionnés.
- Les talus de déblais au sein des vides sanitaires (le cas échéant), ne devront pas excéder une pente de 3H/2V.
- Prévoir la végétalisation des talus.

4.7.3 Forme sous dallage/radiers

Pour les salles maternelles, de ce qui précède, on s'orientera vers la réalisation d'un dallage porté (dalle). Néanmoins, étant donné l'importance des venues d'eau observées et dans l'optique de limiter les terrassements au sein du rocher, on s'orientera vers la mise en œuvre d'un géotextile à âme drainante de type ENKADRAIN ou équivalent, en sous face de la dalle.

Pour la garderie, on s'orientera vers la réalisation d'un radier. Etant donné l'importance des venues d'eau observées, une forme graveleuse drainante et drainée sur géotextile, de 40 cm d'épaisseur minimum, ou bien la mise en œuvre d'un géotextile à âme drainante de type ENKADRAIN ou équivalent, en sous face du radier, et nécessaire. Prévoir un cloutage préalable des arases avec des gros éléments (\varnothing 50-150 mm ou équivalent), jusqu'à assurer la traficabilité des engins de chantier sur la plate-forme.

Spécification des graves d'apport :

- granulométrie à fuseau étroit 20-40 mm ou équivalent.
- teneur en fines ($\leq 80 \mu\text{m}$) $< 5 \%$.
- équivalent de sable ESP > 35 .

Pas de critère de réception utile sur forme graveleuse drainante, dans la mesure où l'arase de terrassement vérifie $EV_2 \geq 25 \text{ MPa}$ n'est pas décomprimée.

Enfin pour l'abri, en cas de réalisation de dallage, prévoir la réalisation d'un dallage porté pour gérer les surélévations vis-à-vis du terrain naturel.

4.7.4 Voiries

4.7.4.1 Voiries légères et parking VL

Dans la mesure où les venues d'eau sont captées en amont, et les plates-formes préservées du remaniement et de la décompression, une forme d'apport de 50 cm sur géotextile (classe 5 en traction), sera nécessaire.

Spécification des graves d'apport :

- granulométrie continue 0-80 mm ou équivalent.
- teneur en fines ($\leq 80 \mu\text{m}$) $< 10 \%$.
- équivalent de sable ESP > 30

Si la plate-forme est décomprimée, la mise en œuvre d'une sur épaisseur de la couche de forme ou d'un cloutage en gros éléments sera nécessaire (50- 150 mm) au moins localement, jusqu'à obtenir une classe d'arase AR1 au sens du GTR ($EV_2 > 20 \text{ MPa}$).

Critères de réception :

$$EV_2 > 50 \text{ MPa}$$

$$EV_2/EV_1 < 2.2$$

4.7.4.2 Remarque(s) pour les dallages et voiries :

Il faudra gérer sur la totalité de la durée des travaux concernés les points suivants :

- Le captage **préalable** des venues d'eau hors zone de travaux.
- Le maintien des portances de la plate-forme d'arase (valeurs à AR_1 nécessaires, selon GTR, soit $EV_2 \geq 20$ MPa) à l'aide d'un cloutage en éléments grossiers de type (50-150 mm).
- La protection contre les intempéries et circulations intempestives.
- La qualité et état hydrique des matériaux d'apport.
- Le compactage statique puis vibrant selon les épaisseurs.
- L'intensité des vibrations devra être adaptée en fonction des épaisseurs d'apport **et** du support.

Le contrôle et la supervision de la prise en compte de ces critères devront se faire sous la responsabilité effective d'un maître d'œuvre apte à juger du respect des conditions précitées.

4.7.5 Poussée des terres

Pour le calcul des soutènements, nous retiendrons les valeurs suivantes :

4.7.5.1 Matériaux en place non remaniés :

Faciès	Profondeur de la base (m/TN)	Φ_i' (°)	Cohésion C' (kPa)	Densité (kN/m ³)
Limons/argiles	-3.0 à -3.4	25	2 à 5	18
Rocher	Au-delà	45	10 à 50	27

Les valeurs de Φ_i' et c' pourront être précisées en phase G2 PRO

4.7.5.2 Matériaux en remblai :

Faciès	Φ_i' (°)	Cohésion C' (kPa)	Densité (kN/m ³)
Matériaux du site, remaniés	25 / 28	0	18
Graves d'apport	35	0	18

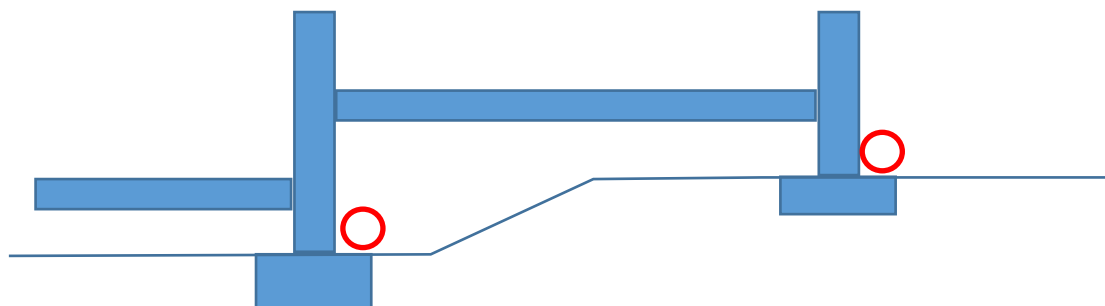
Nota : Apporter les corrections d'usage en cas de surcharge et de talus en tête d'ouvrage.

Avis sur les murs de soutènements :

Les murs de soutènement, tant en enrochements qu'en béton, devront être fondés selon les préconisations pour les fondations. Les parties arrière devront être drainées, et leur dimensionnement devra reprendre les valeurs énoncées ci-dessus.

4.7.6 Drainages

- Matériaux du site non drainants, non perméables.
- Infiltration des EP non envisageable.
- Drainages périphériques
- Drainage en sous face de radier et du dallage des salles maternelles, avec empierrement drainants et/ou géotextile à âme drainante + mise en œuvre de réservations dans les longrines faisant barrage.
- Drainages périphériques pour tous les bâtiments.
- Drainage de tous les pieds de murs en redans.



- Protection verticale des parties enterrées, adaptés selon le niveau de protection recherché, la destination des locaux concernés et la typologie des venues d'eau souterraines décrites dans le présent rapport. La nature des sols devra également être prise en compte.
- Nous recommandons à minima un complexe de drainage vertical des voiles enterrés (hourdis, Delta MS-DRAIN ou autre) associé à une protection verticale.

Rappel : Tout point bas non drainé constituera une zone d'accumulation.

- Évacuation des drains par voie gravitaire vers un réseau adapté selon fil d'eau.

5. REMARQUES GENERALES

5.1 Limites de l'étude

La présente mission G2 AVP (Norme NFP 94-500) n'aborde pas les points suivants :

- La géométrie des fondations.
- Les délais, planning, quantités et coûts d'exécution.
- Les consultations d'entreprise, l'analyse des offres, la signature des marchés...
- Le dimensionnement des ouvrages géotechniques.
- La Supervision d'exécution et la participation à la réception des travaux.

Ces aspects du projet, relevant du domaine de la conception, nécessitent la réalisation de missions de maîtrise d'œuvre géotechnique de type G2-G3-G4 (Investigations géotechniques), au sens de la norme NFP 94-500. (Cf. Extrait en annexe)

Nota : En l'absence d'une mission G4 (Supervision d'exécution) au minimum, les comptes rendus de chantier adressés par la maîtrise d'œuvre seront considérés comme non lus et ne nous seront de ce fait pas opposables.

5.2 Définition normalisée de la présente mission

(Cf. Extrait en annexe)

5.3 Assurance

La SAS Equaterre est titulaire d'un contrat d'Assurance Professionnelle BTP Ingénierie Economie de la Construction.

Les conventions spéciales souscrites concernant :

- La Responsabilité Professionnelle de l'Ingénierie Bâtiment (montant des travaux inférieur à 26 M€)
- La Responsabilité Professionnelle de l'Ingénierie Génie Civil (montant des travaux inférieur à 6 M€)

Nota : Pour des montants de travaux supérieurs à ceux précités, une augmentation de garantie décennale avec ou sans abrogation de la règle proportionnelle, une plus-value pour complément de garantie sera facturée à la demande du maître d'ouvrage en sus de la présente mission --- (nous consulter)

Nos garanties RC et décennales ne deviennent effectives qu'au règlement de la totalité des sommes dues par le maître d'ouvrage désigné dans le présent document.

5.4 Autre(s) remarque(s)

La présente étude a été menée selon l'état du projet porté à notre connaissance au jour de l'intervention. Toute modification devra nous être soumise pour avis, afin de contrôler si ces modifications ne remettent pas en cause tout ou partie des conclusions de ce rapport (mission complémentaire éventuelle), car l'adaptation au sol d'un projet, est fonction de la nature du terrain, mais également de la nature de ce qui est construit. Nous ne sommes en aucun cas responsables de l'utilisation frauduleuse de la présente étude pour tout autre projet.

à Meythet, Le 17 janvier 2017
Pour EQUATERRE VAL DE SAONE

Le Président,
Pierre RIEGEL

L'Ingénieur,
A. CAMUS

Le Responsable d'Agence
Christophe POMEL

EQUATERRE VAL DE SAONE
Z.A. Actigone 4
6 rue de l'Euro
74960 MEYTHET
RCS Annecy : 819 799 461
Tel : 04 78 58 96 13 - Fax 04 50 67 64 08

SARL EQUATERRE VAL DE SAONE - Bâtiment Eden Roc – 1 rue Monseigneur Ancel – 69800 SAINT-PRIEST
Siège EQUATERRE : 6 rue de l'Euro 74960 MEYTHET

☎ 04 78 58 96 13 Email : val-de-saone@equaterre-geotechnique.fr

SARL EQUATERRE VAL DE SAONE au capital de 5 000 Euros / R.C.S Annecy n° 819 799 461