



Compétence Géotechnique

Franche-Comté



Communauté de Communes Les Monts de Gy

GY (70)

Lieu-dit les Graverots
Création d'une zone
d'activité économique

Sondages et essais
Etudes de sol
Ingénierie - Instrumentation
Laboratoire – Expertises

Chemin des Maurapans – Chatillon-le-Duc
BP 3053 – 25046 BESANÇON CEDEX
Tél. : 03.81.80.73.24
Fax : 03.81.85.03.33
franche-comte@competence-geotechnique.fr
www.competence-geotechnique.fr

Dossier B21-337
Mission G1 ES + PGC
pour les futures constructions
Mission G2 AVP pour les voiries
Le 07/12/2021

Groupe COMPÉTENCE GEOTECHNIQUE
COZES (17), BRIVE (19), CHATILLON-LE-DUC (25)
FONDETTES (37), SEYCHES (47),
MAIZIERES-LES-METZ (57), RADINGHEM-EN-WEPPES (59)

HISTORIQUE DU DOCUMENT

| | |
|-----------------------------|-------------------------|
| DATE | 07/12/2021 |
| INDICE | Version 1 |
| OBJET/ MODIFICATIONS | Création du document |
| Nombre de pages | 19 + 23 |
| ETABLI PAR | Delphine BARDEY-GERVAIS |
| VERIFIE PAR | Hélène LAURENT |

DIFFUSION DU DOCUMENT : le 07/12/2021

| DESTINATAIRE / @ | DESIGNATION | COURRIER | MAIL |
|--|--------------------|-----------------|-------------|
| Com. Com. Les Monts de Gy / Mme MILESI ccmggy@wanadoo.fr | Maître d'ouvrage | X | X |

SOMMAIRE

| | |
|---|-----------|
| <i>I - MISSION</i> | 2 |
| <i>II - PROJET</i> | 2 |
| <i>III - LE SITE</i> | 3 |
| <i>IV - ETUDE GEOTECHNIQUE</i> | 4 |
| 4.1 METHODE DE TRAVAIL | 4 |
| 4.2 RESULTATS ET INTERPRETATION | 5 |
| 4.2.1 NATURE DU SOL | 5 |
| 4.2.2 L’EAU DANS LE SOL | 6 |
| 4.2.3 CARACTERISTIQUES MECANIQUES | 6 |
| 4.2.4 CARACTERISATION GEOTECHNIQUE DES SOLS | 7 |
| 4.2.5 CLASSIFICATION SELON LA SENSIBILITE AU RETRAIT-GONFLEMENT | 7 |
| 4.2.6 CLASSIFICATION SELON LE RISQUE SISMIQUE | 8 |
| 4.2.7 MESURE PONCTUELLE DE LA PERMEABILITE | 8 |
| <i>V - PREMIERE APPROCHE DE LA ZONE D’INFLUENCE GEOTECHNIQUE</i> | 9 |
| <i>VI – POSSIBILITE DE REALISATION DE SOUS-SOL</i> | 9 |
| <i>VII – HORIZONS PORTEURS POTENTIELS</i> | 9 |
| <i>VIII – CONTRAINTES POUR LES DALLAGES</i> | 10 |
| <i>IX – CONTRAINTES DUES A LA SENSIBILITE DES SOLS AU RETRAIT GONFLEMENT</i> | 10 |
| <i>X – RAPPEL CONCERNANT LA MISSION G1</i> | 13 |
| <i>XI - CHAUSSEES ET PARKINGS : PREDIMENSIONNEMENT</i> | 13 |
| 11.1 METHODOLOGIE | 13 |
| 11.2 COUCHE DE FORME | 14 |
| 11.3 CHAUSSEES | 16 |
| <i>CONCLUSIONS</i> | 18 |

I -

MISSION

Notre mission fait suite au devis n° B21-07-493 du 21/07/2021, signé en bon pour accord le 20/09/2021.

La présente étude correspond à une mission géotechnique de faisabilité du type G1 ES+PGC (Etude de Site et Principes Généraux de Construction) selon la norme NF P 94-500 de novembre 2013 annexée, assurée par la SMABTP (contrat n : 418383J) dont l’attestation est disponible sur simple demande (étude demandée par la loi ELAN), pour les futures constructions.

La présente étude correspond également à une mission géotechnique du type G2 AVP (Avant-projet) selon la norme NF P 94-500 de novembre 2013 annexée, assurée par la SMABTP (contrat n : 418383J) dont l’attestation est disponible sur simple demande, pour le dimensionnement des voiries.

Les documents fournis pour remplir notre mission ont été les suivants :

- Un extrait de plan cadastral,
- Une vue aérienne du terrain.

II -

PROJET

Le projet consiste en l’aménagement d’une zone d’activité de 5 hectares avec voirie centrale.

Le projet n’est à ce jour pas totalement défini et il s’agit d’une étude relativement sommaire.

Cependant, il est prévu l’infiltration des eaux pluviales par les sols.

L’ampleur des éventuels terrassements ne nous a pas été communiquée.

Le trafic est estimé à TC2₂₀ soit 25 à 50 poids lourds par jour.

NOTES IMPORTANTES :

Les données concernant le projet, aussi précises soient-elles, nous ont été communiquées par le Maître de l’Ouvrage ou ses conseils ou résultent d’hypothèses de travail. Si la transcription des informations communiquées ou les hypothèses retenues sont erronées, il conviendra impérativement de nous contacter pour corriger ou compléter ces informations.

Si le projet évolue, quelle que soit l’importance de cette évolution, il conviendra également impérativement de nous en faire part afin d’étudier les éventuelles adaptations par rapport à nos préconisations.

Cela pourra impliquer la réalisation de missions géotechniques complémentaires.

Dans le cas contraire notre responsabilité ne pourra pas être engagée sur ces préconisations.

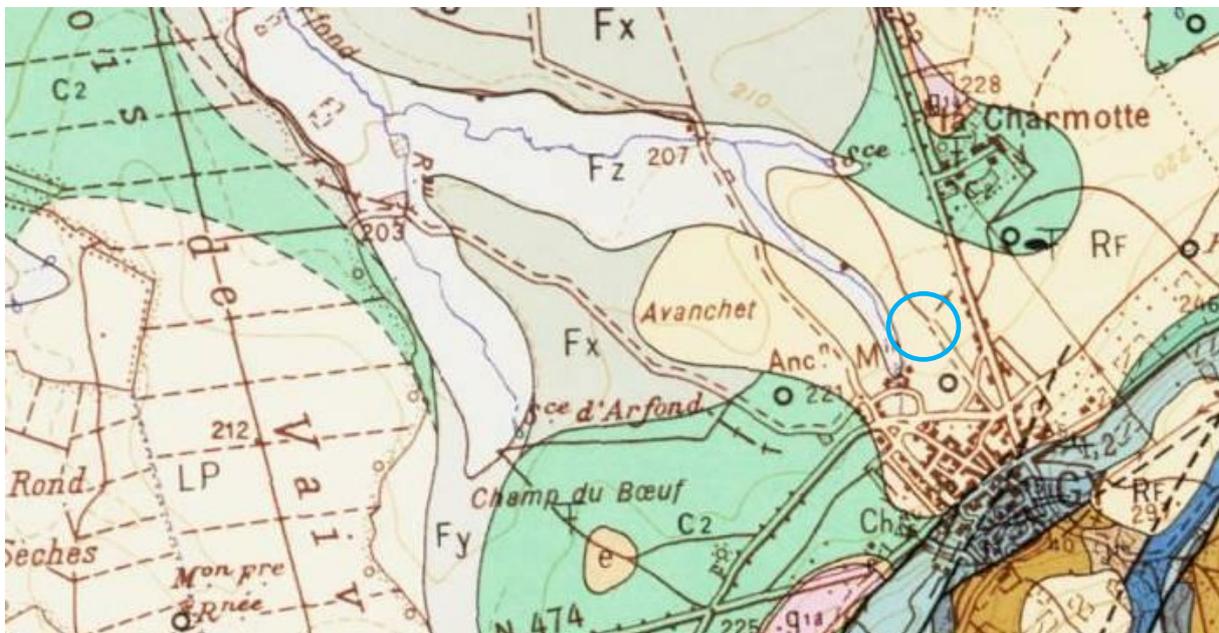
III -**LE SITE**

La situation du terrain étudié est indiquée sur l’extrait de la carte topographique IGN à 1/25000 placée en annexe.

Il s’agit actuellement d’un champ en pente faible.

D’après les renseignements en notre possession, notamment les études de sol toutes proches et la carte géologique de GY à 1/50000, et nos études de sols proches, les couches que l’on devait normalement rencontrer dans le secteur sont, de haut en bas :

- des **argiles d’altération**,
- le **substratum** composé par des **marnes**.



Extrait du site www.infoterre.brgm.fr

Les risques naturels recensés sur le site sont les suivants :

| Risque naturel | Aléa / sensibilité | Source |
|--------------------|--------------------|--|
| Retrait-gonflement | Moyen | www.georisques.gouv.fr |
| Sismique | Faible (zone 2) | décrets n°2010-1254 et 1255 du 22 octobre 2010 |
| Radon | Faible | www.georisques.gouv.fr |

Il n’existe pas de plan de prévention des risques naturels en cours d’instruction ou en vigueur sur la commune au moment où nous rédigeons ce rapport.

Des arrêtés concernant les risques naturels ont été pris sur la commune :

Arrêtés portant reconnaissance de catastrophes naturelles sur la commune



Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain : 1

| Code national CATNAT | Début le | Fin le | Arrêté du | Sur le Journal Officiel du |
|----------------------|------------|------------|------------|----------------------------|
| 70PREF19990273 | 25/12/1999 | 29/12/1999 | 29/12/1999 | 30/12/1999 |

Inondations et coulées de boue : 3

| Code national CATNAT | Début le | Fin le | Arrêté du | Sur le Journal Officiel du |
|----------------------|------------|------------|------------|----------------------------|
| 70PREF20171396 | 08/12/1982 | 31/12/1982 | 11/01/1983 | 13/01/1983 |
| 70PREF19820527 | 09/11/1982 | 09/11/1982 | 24/12/1982 | 26/12/1982 |
| 70PREF19820526 | 14/10/1982 | 14/10/1982 | 24/12/1982 | 26/12/1982 |

Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols : 1

| Code national CATNAT | Début le | Fin le | Arrêté du | Sur le Journal Officiel du |
|----------------------|------------|------------|------------|----------------------------|
| 70PREF20190065 | 01/07/2018 | 30/09/2018 | 17/09/2019 | 26/10/2019 |

Extrait du site www.georisques.gouv.fr

IV - ETUDE GEOTECHNIQUE

4.1 METHODE DE TRAVAIL

Nous avons procédé à l’exécution de :

- **4 sondages de reconnaissance** à la tarière mécanique hélicoïdale continue Ø 63 mm associés à des essais de sol au **pressiomètre** (Norme NF P 94-110) notés CG, descendus à 5 m de profondeur par rapport à la surface topographique du terrain au moment de notre mission.

Des échantillons remaniés représentatifs des différentes couches traversées ont été prélevés au fur et à mesure de l’avancement pour leur identification géologique.

- **3 puits à la pelle mécanique** notés PM1, PM2 et PM3, descendus à 2 m en PM1 et PM2 et descendu à 2,4 m en PM3.
- **3 sondages au pénétromètre dynamique** (Norme NF P 94-115) notés PDB1, PDB2 et PDB3, battus à 5 m de profondeur.

Les implantations des différents sondages sont reportées sur le plan d’implantation annexé.

Les têtes de sondages ont été nivelées par nos soins et calées par rapport au fond de plan topographique qui nous a été communiqué.

Ces altitudes sont inscrites en marge des feuilles de sondages annexées, et sont données avec une précision de +/- 0,2 mètre.

La coupe géologique de chacun des sondages, les photographies des puits à la pelle mécanique, et les résultats des essais sont joints sur les feuilles placées en annexe.

4.2 RESULTATS ET INTERPRETATION

4.2.1 NATURE DU SOL

Les sondages de reconnaissance ont permis de distinguer les formations ci-après, de haut en bas :

■ **Couche 1 :**

- des **argiles +/- limoneuses**, de couleur dominante bariolée marron et gris, **devenant sableuses en profondeur avec de nombreux graviers**, de couleur dominante marron clair, sur les épaisseurs et jusqu’aux cotes suivantes :

| Sondage N° | Prof. (m) | Cote (NGF) |
|------------|-----------|------------|
| PM1 | Totalité | - |
| PM2 | 1,7 | + 214,2 |
| PM3 | 2,0 | + 215,4 |
| CG4 | 2,6 | + 211,9 |
| CG5 | Totalité | - |
| CG6 | 1,2 | + 215,0 |
| CG7 | 1,9 | + 215,1 |

■ **Couche 2 :**

- des **argiles calcaires et marneuses**, de couleurs dominantes beige et gris clair, au-delà.

Ces formations sont coiffées par de la terre végétale sur quelques décimètres d’épaisseur.

4.2.2**L’EAU DANS LE SOL**

Des arrivées d’eau ont été reconnues en cours de perforation aux profondeurs et cotes suivantes :

| Sondage N° | Prof. (m) |
|-------------|------------------------|
| PM1 / 2 / 3 | Sans eau sur les 2,4 m |
| CG4 | Sans eau |
| CG5 | Non mesuré |
| CG6 | Sans eau |
| CG7 | Non mesuré |

Les niveaux d’eau ont été relevés en fin de sondage à 1 m de profondeur en CG5 et CG7.

Il s’agit de la nappe phréatique en relation avec le ruisseau tout proche.

Le niveau de cette nappe est donc sujet à d’importantes fluctuations saisonnières en fonction du débit des cours d’eau proche.

En 2005, nous avons effectué dans la zone, une étude de sol pour le bâtiment de la poste et nous avons également relevé des niveaux d’eau en fin de forage à moins de 1 m de profondeur.

AVERTISSEMENT :

Les cotes des niveaux d’eau communiquées dans ce rapport ne correspondent aucunement au niveau des plus hautes eaux connues, ni à aucun autre niveau de référence et ne constituent qu’une mesure ponctuelle.

4.2.3**CARACTERISTIQUES MECANIKES**

Les caractéristiques mécaniques mesurées dans les 3 sondages au pénétromètre PDB (Norme NF P 94-115), et au moyen d’essais au pressiomètre (Norme NF P 94-110) dans les sondages de reconnaissance CG, s’avèrent, **faibles en-tête puis moyennes à bonnes en profondeur** avec un module pressiométrique (E_m) compris entre 3,6 et 18,0 MPa, une pression limite effective (Pl^*) comprise entre 0,39 et 2,2 MPa, et une résistance en pointe q_d comprise entre 1,5 et plus de 10,0 MPa.

Les valeurs à retenir en fonction de la profondeur sont données ci-après :

| Prof (m) | α | E_m (MPa) | E_s (MPa) | Pl^* (MPa) |
|----------|----------|-------------|-------------|--------------|
| 1,5 | 0,67 | 3,6 | 5,3 | 0,39 |
| Au-delà | 0,5 | 7,5 | 15,0 | 0,65 |

α : coefficient rhéologique du sol. Ce coefficient fournit la corrélation entre le module pressiométrique E_m et le module œdométrique $E_{œd}$, selon la relation $E_m = \alpha \cdot E_{œd}$.

E_s : module de déformation à long terme de la couche de sol = E_m/α

4.2.4 CARACTERISATION GEOTECHNIQUE DES SOLS

Les essais de laboratoire suivants ont été réalisés sur un échantillon pris dans les sondages à la pelle mécanique, afin de déterminer la classification des sols selon le guide technique de réalisation des remblais et des couches de forme de juillet 2000 (GTR2000), de vérifier la sensibilité des argiles au phénomène de retrait gonflement, et de vérifier la sensibilité des sols à la liquéfaction. Nous avons procédé à l'exécution de :

- 2 déterminations de la teneur en eau W (Norme NF P 94-050),
- 2 déterminations de la valeur au bleu des sols VBS (Norme NF P 94-068).

Nous avons réalisé ces essais sur la couche de terre immédiatement sous-jacente à la terre végétale.

Les résultats sont donnés dans le tableau ci-après :

| Sondage (n°) | Prof. (m) | W (%) | VBS (%) | Classe GTR |
|--------------|-----------|-------|---------|----------------|
| PM1 | 1,0 | 22,6 | 6,5 | A ₃ |
| PM3 | 1,0 | 23,4 | 6,9 | A ₃ |

Les sols de classe GTR A₃ sont très cohérents à teneur en eau moyenne et faible, et collants ou glissants à l'état humide, d'où difficulté de mise en œuvre sur chantier. Leur perméabilité très réduite rend leurs variations de teneur en eau très lentes, en place. Une augmentation de teneur en eau assez importante est nécessaire pour changer notablement leur consistance.

4.2.5 CLASSIFICATION SELON LA SENSIBILITE AU RETRAIT-GONFLEMENT

Le tableau ci-dessous présente la sensibilité au retrait-gonflement des argiles :

| Valeur de bleu VBS en % | Indice de plasticité I _p en % | Coeff. de gonflement C _g | Retrait linéaire RI | % moyen de mx gonflants | Susceptibilité |
|-------------------------|--|-------------------------------------|---------------------|-------------------------|----------------|
| < 2,5 | < 12 | < 0,025 | < 0,4 | < 25 | Faible |
| 2,5 à 6 | 12 à 25 | 0,025 à 0,035 | 0,4 à 0,65 | 25 à 50 | Moyenne |
| 6 à 8 | 25 à 40 | 0,035 à 0,055 | 0,65 à 0,75 | 50 à 80 | Forte |
| > 8 | > 40 | > 0,055 | > 0,75 | > 80 | Très forte |

Les résultats des essais montrent que ces sols sont fortement sensibles au retrait-gonflement.

4.2.6 CLASSIFICATION SELON LE RISQUE SISMIQUE

Les bâtiments considérés dans le présent rapport sont de catégorie d’importance **II** et se trouvent en zone sismique 2. Ils ne sont donc pas soumis à l’application des règles parasismiques.

4.2.7 MESURE PONCTUELLE DE LA PERMEABILITE

L’évaluation de la perméabilité des sols meubles a été réalisée par un essai en vraie grandeur en PM1, PM2 et PM3.

Ils ont été remplis d’eau, et la descente a été mesurée en fonction du temps.

Les essais ont tous donné des valeurs de perméabilité $K < 10^{-9}$ m/s, c’est-à-dire une perméabilité quasi-nulle.

La classification des sols en fonction des coefficients de perméabilité est donnée dans le tableau ci-dessous :

| Nature du sol | Ordre de grandeur de k en m/s | Degré de perméabilité |
|---------------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| Graviers moyens à gros | 10^{-1} à 10^{-3} | Très élevé |
| Petits graviers, sable | 10^{-3} à 10^{-5} | Assez élevé |
| Sable très fin, sable limoneux, loess | 10^{-5} à 10^{-7} | Faible |
| Limon compact, argile silteuse | 10^{-7} à 10^{-9} | Très faible |
| Argile franche | 10^{-9} à 10^{-12} | Pratiquement imperméable |

On se rend compte que la perméabilité des sols est quasi-nulle au droit des trois sondages et que l’infiltration des eaux pluviales sera quasi-impossible sur ce terrain.

V - PREMIERE APPROCHE DE LA ZONE D’INFLUENCE GEOTECHNIQUE

Rappel : L’ampleur des terrassements au droit des parcelles ne nous a pas été communiqué.

La parcelle est bordée au Sud par la rue, au Nord et à l’Ouest par des parcelles non-bâties, et à l’Est par la zone d’activités (parcelle bâtie).

La zone d’influence pourra s’étendre aux lots voisins, si des terrassements en déblais ou en remblais sont réalisés à proximité des limites.

VI – POSSIBILITE DE REALISATION DE SOUS-SOL

Eu-égard à la faible profondeur de l’eau dans le sol, la réalisation d’un sous-sol est ici proscrite, à moins de réaliser un cuvelage sur toute la hauteur du sous-sol.

VII – HORIZONS PORTEURS POTENTIELS

Nous rappelons que les sols rencontrés (argiles) sont fortement sensibles au phénomène de retrait gonflement et que des préconisations particulières dues à ce phénomène devront être prises pour les fondations et les dallages des futures constructions.

Dans ces conditions, il est préférable d’envisager un système de fondations par **semelles continues rigidifiées** ancrées profondément dans les sols en place pour pallier le phénomène de retrait-gonflement d’une part, et à la médiocrité des sols superficiels d’autre part.

S’il n’était pas possible de réaliser des fondations par semelles continues rigidifiées, il faudrait alors s’assurer que les tassements différentiels, qui ne manqueront pas de se produire et qui seront étudiés en mission G2 AVP au droit de chaque bâtiment, ne seront pas préjudiciables à ces bâtiments.

Le taux de travail admissible, le calcul des tassements ainsi que les précautions de mise en œuvre dues au retrait gonflement des sols de fondation seront étudiés en mission G2 AVP lorsque le projet sera totalement défini.

VIII – CONTRAINTES POUR LES DALLAGES

Eu égard à la sensibilité des sols au phénomène de retrait gonflement, la meilleure solution est de porter les dallages par les fondations et de les mettre sur vide sanitaires ou sur biocoffra.

Si cela n'était pas possible, il serait alors impératif de mettre en place une couche de forme très épaisse, afin de pallier le phénomène de retrait-gonflement des argiles sous-jacentes.

Les modalités de mise en œuvre, l'épaisseur de couche de forme, etc. seront étudiées en mission G2 AVP lorsque le projet sera totalement défini.

IX – CONTRAINTES DUES A LA SENSIBILITE DES SOLS AU RETRAIT GONFLEMENT

Le sol de fondation est composé par des argiles (couche 1), sensibles au phénomène de retrait-gonflement.

Les variations de teneur en eau au niveau de ces sols provoquent des phénomènes de gonflement et de retrait, qui sont préjudiciables aux bâtiments qui y sont fondés superficiellement, avec un encastrement insuffisant, notamment lorsqu'ils sont légers.

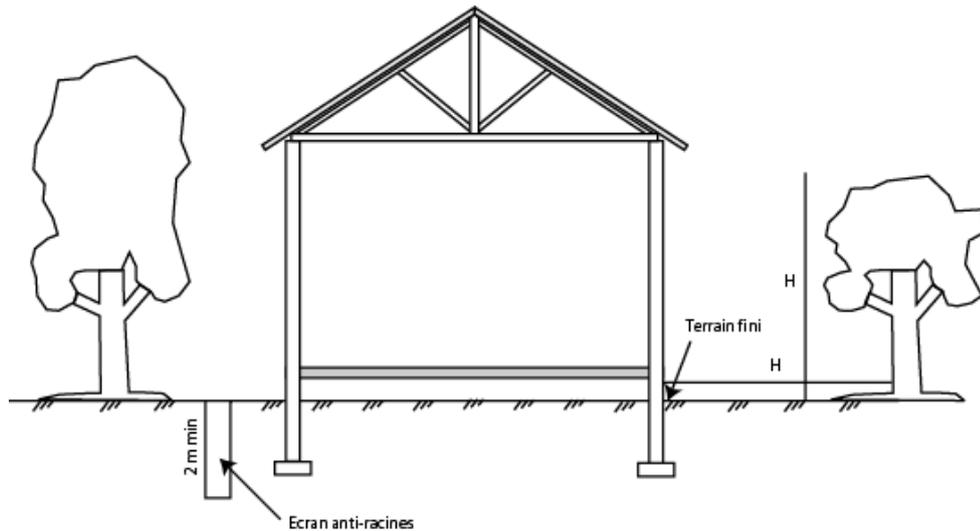
Les bâtiments implantés dans une pente avec des sous-sols enterrés en partie arrière, et à niveau en façade, sont particulièrement exposés.

Les causes des variations de teneur en eau peuvent être diverses :

- naturelles lorsque l'on en trouve dans la zone de variation du profil hydrique, ou en cas de sécheresse prolongée,
- artificielles : fuites de canalisation, modification du régime de circulation des eaux superficielles, plantation d'arbres, etc.

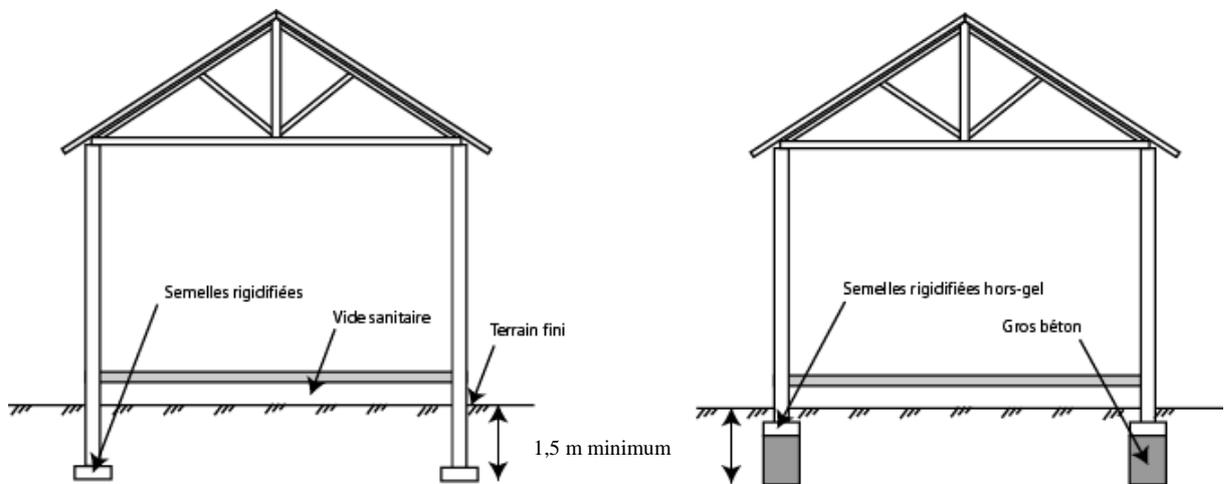
Interdiction :

- il est **interdit** de réaliser un sous-sol partiel.
- de toute plantation d'arbre ou d'arbuste à une distance de tout bâtiment existant, ou du projet, inférieure à leur hauteur à maturité (1,5 fois leur hauteur à maturité en cas d'un rideau d'arbres ou d'arbustes) sauf mise en place d'un écran anti-racines d'une profondeur minimale de 2 m interposés entre les plantations et la construction. Cette mesure sera nécessaire en cas d'arbres existants à moins de les abattre.

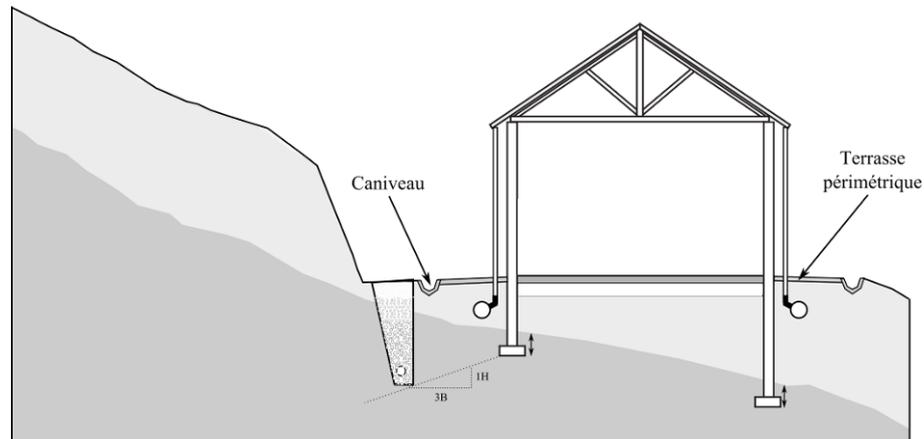


Prescription :

- **Préférer des fondations par semelles continues armées et rigidifiées.** Dans le cas de fondations par semelles isolées, celles-ci seront liaisonnés par des longrines, les longrines seront alors désolidarisées totalement du sol avec un vide périphérique d’une dizaine de centimètres.
- **Terrassements rapides et continus ; coulage des fondations à pleines fouilles,** dans les plus brefs délais.
- **Dallages portés et mis sur vide sanitaire ou biocoffra ou épaissement de la couche de forme pour pallier le phénomène de retrait-gonflement.**
- La profondeur minimale d’ancrage des fondations dans les argiles (couche 1) sera au minimum de 0,5 mètres avec **une assise minimale de 1,5 mètres par rapport au terrain fini extérieur et ce pour pallier les phénomènes de retrait-gonflement.** Cet encastrement devra également être respecté au droit de la façade permettant l’accès au sous-sol, le cas échéant.



- Eviter toute dissymétrie dans l’ancrage des fondations ; l’ancrage aval sera au moins aussi important que l’ancrage amont dans le cas de terrain en pente.



- Captage des écoulements de sub-surface, par un dispositif de drainage périphérique relié à un exutoire fiable, pérenne et entretenu et le réaliser selon les recommandations du DTU 20-1, partie 2, annexe A.

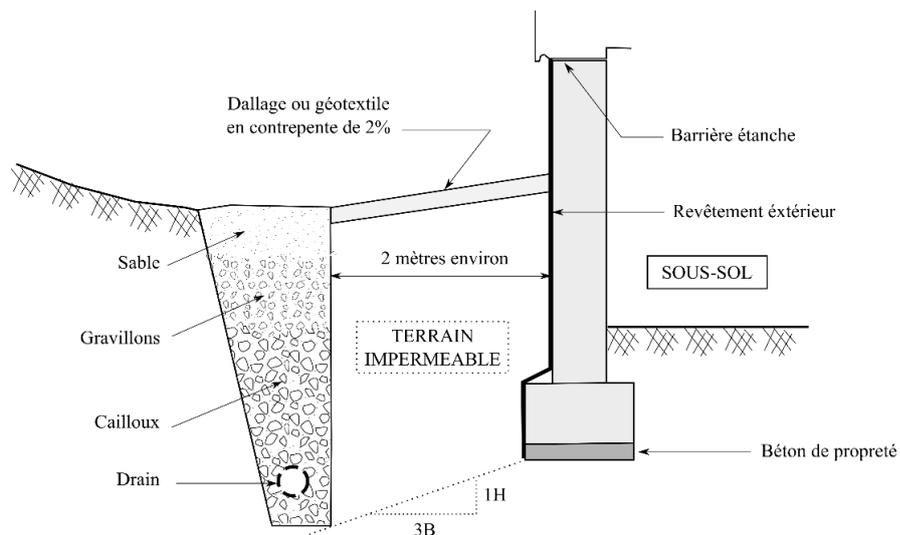


Figure extraite du DTU 20.1, partie 2

X – RAPPEL CONCERNANT LA MISSION G1

La présente mission type G1 est une mission de faisabilité qui a démontré que les argiles étaient fortement sensibles au retrait-gonflement.

Il appartiendra donc au maître d’ouvrage des futures constructions, de procéder à la réalisation d’une étude de type G2 AVP, une fois leur projet défini (positionnement, nombre d’étage, etc.).

Cette étude permettra notamment de préciser le type de fondation à mettre en place, le taux de travail admissible des sols, le tassement, d’étudier les précautions de mise en œuvre des fondations, des dallages, et des terrassements eu égard à la sensibilité des sols au retrait gonflement.

XI - CHAUSSEES ET PARKINGS : PREDIMENSIONNEMENT

11.1 METHODOLOGIE

Le trafic des chaussées et parkings qui nous a été communiqué est un trafic maximum de 50 poids lourds par jour.

Le trafic cumulé TC_i pour cette voirie est calculé à partir de la formule suivante :

$$TC_i = 365 \times T \times [d + t \times d \times (d-1) / 2]$$

Avec :

T = Nombre de poids lourds (PL) par jour à la mise en service par sens de circulation = 50 PL

t = Taux de croissance linéaire annuel du trafic = 0 %.

d = Durée de vie en année = 20 ans.

D’où :

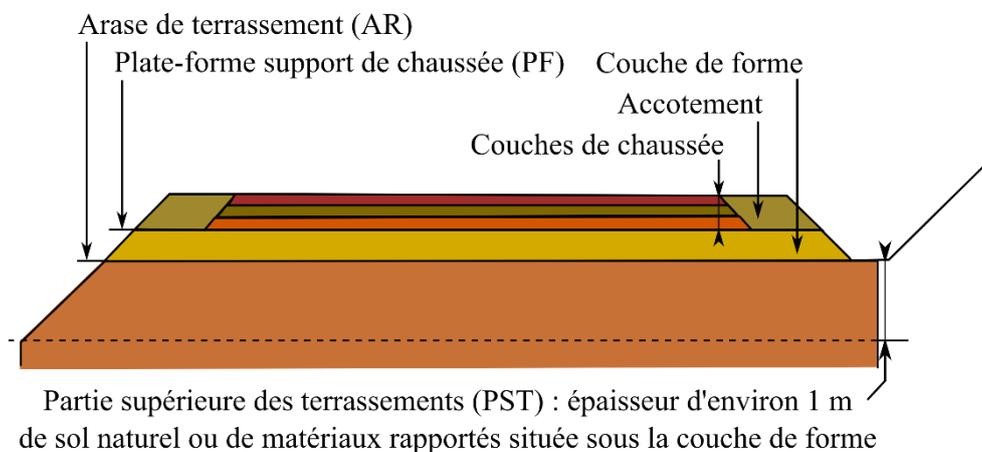
$$TC_{i20} = 365\,000 \text{ véhicules, soit une } \underline{\text{classe de trafic } TC_2}.$$

Dans ce cas, le dimensionnement peut être réalisé en utilisant :

- **Les fascicules 1 et 2 du guide technique pour la réalisation des remblais et des couches de forme**, LCPC-SETRA de juillet 2000,
- **Le guide technique de conception et de dimensionnement des structures de chaussées**, LCPC-SETRA de décembre 1994 et **le catalogue des structures type de chaussées neuves** LCPC-SETRA de 1998 adaptés pour les faibles trafics.

11.2**COUCHE DE FORME**

La couche de forme se situe à l'interface avec le terrain naturel et les couches de chaussées :



La purge de la terre végétale est obligatoire.

Nous rappelons que l'ampleur des terrassements ne nous a pas été communiquée.

La partie supérieure des terrassements sera alors composée en majorité par des argiles limoneuses, de classe GTR A₃ très sensibles aux conditions météorologiques, la pluie en particulier.

Dans ces conditions, **il est impératif de réaliser les travaux en période sèche** et de prévoir une couche de forme.

Une classe minimum de plate-forme PF de 2 (module sous chargement statique à la plaque $EV2 \geq 50$ MPa, module sous chargement dynamique à la dynaplaque $E \geq 50$ MPa ou déflexion mesurée selon la norme NF P 98-200 inférieure à 2 mm) au moment des travaux est demandée pour une bonne circulation des véhicules de chantier.

La couche de forme devra être contrôlée par des essais à la plaque, type Westergaard ; la valeur cible sera $k_w = 5$ bar/cm, et $EV2 \geq 50$ MPa, avec $EV2/EV1 \leq 2,2$.

Les épaisseurs de couche de forme, au stade de ce pré-dimensionnement ont été déterminées selon le guide technique de réalisation des remblais et des couches de forme de juillet 2000. Elles dépendent, pour des matériaux choisis, de la nature et des conditions hydriques des matériaux en place, de l'occurrence d'une éventuelle remontée de nappe et des choix techniques retenus.

Elles sont présentées dans le tableau ci-dessous :

| Période des travaux | PST estimée | AR estimée | Epaisseur minimale couche de forme selon matériaux (cm) |
|---|-------------|------------|---|
| Pluie, même faible, état hydrique (th) <i>Les engins s’embourbent</i> | 0 | 0 | Purges, drainage pour reclasser AR1 |
| Post-pluvieux, état hydrique (h) <i>Les engins s’enfoncent</i> | 1 | 1 | R ₂₁ , R ₄₁ , R ₆₁ : 60 R ₂₁ , R ₄₁ , R ₆₁ : 45 avec géotextile D ₂₁ : 75 D ₂₁ : 60 avec géotextile → PF2 |
| Pas de pluie, état hydrique (m), portance pouvant chuter avec remontée d’une nappe et infiltrations <i>Traficabilité normale</i> | 2 | 1 | R ₂₁ , R ₄₁ , R ₆₁ : 50 R ₂₁ , R ₄₁ , R ₆₁ : 40 avec géotextile D ₂₁ : 50 D ₂₁ : 40 avec géotextile → PF2 |

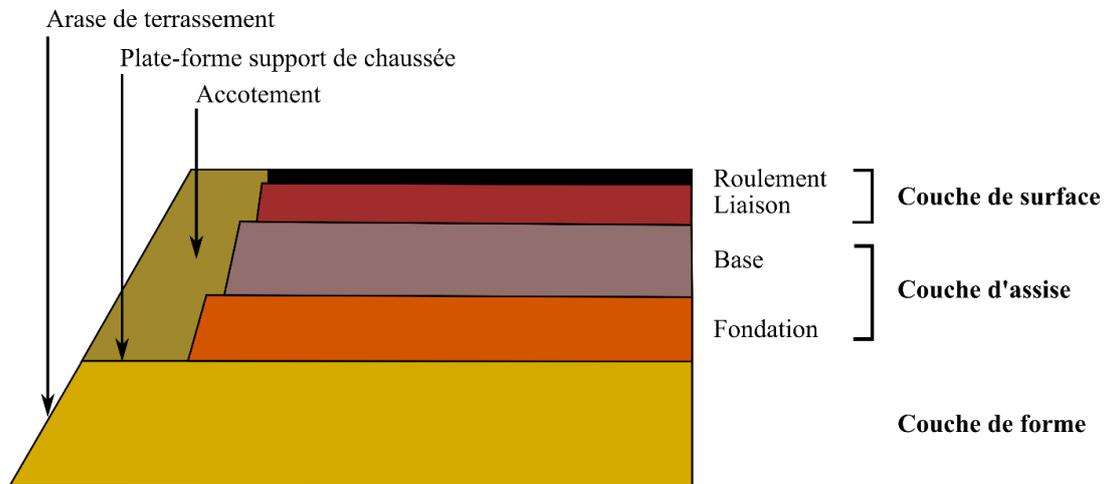
Eu-égard à la zone concernée par la présente étude, il y a fort à parier qu’on utilisera plutôt des matériaux de type concassé calcaire.

AVERTISSEMENTS :

- Le géotechnicien ne saurait être tenu comme responsable dans le cadre de son pré-dimensionnement, car il n’est maître ni de la compétence de l’entreprise, ni de la météorologie de la période d’exécution du chantier.
- L’entreprise est responsable de sa couche de forme en appliquant les règles de l’art, c’est à dire les règles du GTR 2000, même dans le cadre de travaux traités au forfait. L’entreprise est tenue d’adapter une épaisseur de couche de forme conforme à l’état réel du sol-support à l’époque du chantier, en appliquant le fascicule II, et au besoin en augmentant son épaisseur pour obtenir PF = 2. Dans les conditions météorologiques exceptionnellement défavorables (PST proche de 0 et AR 0), et s’il est impossible d’attendre que le terrain s’assainisse, la solution sera recherchée par une opération de terrassement supplémentaire (purge, substitution, cloutage ou les trois), et/ou de drainage (fossés profonds), de manière à pouvoir reclasser le nouveau support obtenu au moins en classe AR1.
- Le géotextile contribue à l’amélioration de la portance en évitant la contamination d’une couche de forme non traitée, **dans des conditions météorologiques défavorables par exemple**. Attention, dans certaines conditions, le géotextile contribue à piéger l’eau dans les sols fins à granulométrie serrée, et ainsi au matelassage lors du compactage.
- Dans des conditions météorologiques très favorables (été), on pourra éventuellement diminuer l’épaisseur de la couche de forme en suivant strictement les directives du fascicule technique SETRA n° II.

11.3**CHAUSSEES**

Les chaussées sont constituées par les couches suivantes :



Différentes structures de chaussée sont proposées :

- Structure GB3 / GB3 avec GB3 = Grave Bitume 0/14 de classe 3.
- Structure EME2 / EME2 avec EME2 = Enrobé à Module Elevé 0/10 ou 0/14 de classe 2.
- Structure GNTB2 / GNTB2 avec GNTB2 = grave non traitée obtenue par mélange de deux (ou plusieurs) fractions granulométriques différentes, humidifiée en centrale pour obtenir une compacité minimale de 82% à l'Optimum Proctor Modifié O.P.M..
- Structure GNTA ou B1 / GNTA ou B1 (appelée aussi GNT / GNT) avec GNTA = GNT obtenue en une seule fraction (tout-venant) directement sur une installation de criblage et de concassage, permettant d'obtenir une compacité minimale à l'OPM de 80 % et GNTB1 idem à GNTB2 excepté pour l'obtention de la compacité minimale à l'OPM limitée à 80 %.
- Structure GB3 / GNTB2.
- Structure GB3 / GNTA ou B1 (appelée aussi GB3 / GNT).

La couche de roulement par défaut sera en béton bitumineux souple (BBS).

En fonction de la classe de trafic définie précédemment et avec une plateforme de classe PF2, les épaisseurs des différentes couches sont données ci-dessous :

| | Structure de chaussée | couche de roulement en BBS (cm) | couche de base (cm) | couche de fondation (cm) |
|------------------------------------|------------------------------|--|----------------------------|---------------------------------|
| Voiries de desserte | GB3 / GB3 | 6 | 12 ^{(1) (2)} | |
| | EME2 / EME2 | 2,5 | 10 ^{(1) (2)} | |
| | GNTB2 / GNTB2 | 6 | 20 | 25 |
| | GNT / GNT | 6 | 25 | 30 |
| | GB3 / GNTB2 | 4 | 9 | 30 |
| | GB3 / GNT | 4 | 9 | 35 |
| Parkings et voiries annexes | GB3 / GB3 | 6 | 9 ^{(1) (2)} | |
| | EME2 / EME2 | 2,5 | 9 ^{(1) (2)} | |
| | GNTB2 / GNTB2 | 6 | 15 | 25 |
| | GNT / GNT | 6 | 20 | 30 |
| | GB3 / GNTB2 | 4 | 8 | 25 |
| | GB3 / GNT | 4 | 8 | 30 |

⁽¹⁾ la couche de base est assimilée à la couche de fondation et inversement.

⁽²⁾ lorsque l’épaisseur totale de matériaux bitumineux est inférieure ou égale à 12 cm, un nivellement de la plateforme à +/- 2 cm devra être réalisé.

D’autres variantes de constitution de chaussées et parkings peuvent être envisagées en fonction des matériaux disponibles localement.

On devra s’assurer de la compatibilité des différentes couches et que la portance est équivalente à celle indiquée des structures précédentes.

La composition de l’enduit tiendra compte des efforts d’arrachage par les manœuvres des camions de livraison.

Si les épaisseurs de structure (couche de forme et structure de voirie) sont respectées, dans ce cas la vérification au gel sera positive.

CONCLUSIONS

Les sondages demandés ont reconnu :

Couche 1 : des **argiles +/- limoneuses ou sableuses avec des graviers en profondeur**, de classe GTR A₃ et donc fortement sensibles au retrait-gonflement sur la totalité des sondages CG1 et PM5 et jusqu’à 1,7 et 2,6 m de profondeur au droit des autres sondages.

Couche 2 : des **argiles calcaires et marneuses**, au-delà.



Les niveaux d’eau ont été relevés en fin de sondage à 1 m de profondeur en CG5 et CG7.



Au stade de la mission G1, eu-égard à la sensibilité des sols au retrait-gonflement, on envisagera de préférence un système de fondations par **semelles continues rigidifiées**, ancrées profondément dans les sols en place pour pallier le phénomène de retrait-gonflement (assise minimale de 1,5 par rapport au terrain fini extérieur. Elles seront dimensionnées avec un faible taux de travail.



Eu-égard à la sensibilité des sols au retrait-gonflement, il est préférable de faire porter les dallages par les fondations et de les mettre sur vide sanitaire ou sur biocoffra.

Si ce n’était pas possible, il serait alors nécessaire d’épaissir la couche de forme.



Le prédimensionnement des chaussées est au chapitre XI.



Les précautions de mise en œuvre des fondations et des dallages seront définies lors de la réalisation d’une mission G2 AVP au droit de chaque pavillon avec des sondages complémentaires.

Cette étude permettra notamment de préciser le type de fondation à mettre en place, le taux de travail admissible des sols, le tassement, d’étudier les précautions de mise en œuvre des fondations, des dallages, et des terrassements eu égard à la sensibilité des sols au retrait gonflement.



L’intégralité du contenu de ce rapport est supposée connue de l’ensemble des intervenants sur ce projet.

Le maître d’ouvrage, son assistant, et/ou le maître d’œuvre du projet veilleront au respect des prescriptions de ce rapport, ainsi qu’au bon enchaînement des missions géotechniques décrites dans la norme NP P94-500 de novembre 2013.

Selon la Norme NF P 94-500 de novembre 2013, cette étude sera obligatoirement suivie d’une mission G2 AVP réalisée à la parcelle une fois le projet totalement défini.

Nous restons à la disposition des différents intervenants pour tous renseignements complémentaires.

L’ingénieur chargé du dossier
Delphine BARDEY-GERVAIS

Contrôle Qualité
Hélène LAURENT