

Dossier n° IC 21/708
Février 2022

SAREMM

0000000000

Diagnostic géotechnique sur un talus
rue Jean Laurain
à Metz (57)

0000000000

Étude géotechnique d'avant-projet (AVP)
(Mission G2 AVP - NF P94-500 du 30 novembre 2013)

Diagnostic géotechnique
(Mission G5 - NF P94-500 du 30 novembre 2013)

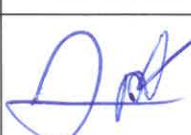
Ind.	Commentaire	Rédigé par	Vérifié et transmis par	Date
0	Première diffusion	A.PROST	S. RAPIN	28/02/2022
Signatures				

Table des matières

1. PRESENTATION DE LA MISSION	3
1.1. MISSION	3
1.2. DOCUMENTS MIS A NOTRE DISPOSITION	3
2. ÉTUDE DE SITE	4
2.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE	4
2.2. ZONE D'INFLUENCE GEOTECHNIQUE	5
2.3. SITUATION GEOLOGIQUE	6
2.4. ALEAS CONNUS	6
2.4.1. Aléa retrait et gonflement des argiles	6
2.4.2. Autres aléas	7
2.5. ALEAS GEOTECHNIQUES	7
3. INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES	8
3.1. PROGRAMME D'INVESTIGATION	8
3.2. SONDAGE DE RECONNAISSANCE A LA TARIERE	8
3.3. L'EAU DANS LE SOL	8
3.4. CARACTERISTIQUES MECANQUES	9
3.5. RELEVÉ VISUEL	9
4. HISTORIQUE DU SITE	11
5. ESTIMATION DE LA CAPACITE PORTANTE DU SOL EN PLACE.....	12
6. CALCUL DE STABILITE	13
6.1. ETAT ACTUEL	13
6.2. ETAT PROJETÉ	14
7. CONCLUSION.....	15
CONDITIONS GENERALES	17
CLASSIFICATION DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE	18
ENCHAINEMENT DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE.....	20
ANNEXES.....	21
PLAN D'IMPLANTATION DU SONDAGE.....	22
COUPE DU SONDAGE ET ESSAIS PRESSIOMETRIQUES	23

1. Présentation de la mission

1.1. Mission

À la demande de Iris Conseil et pour le compte de la SAREMM, CIRSE Environnement a été chargée d'effectuer un diagnostic géotechnique pour le réaménagement d'un talus à Metz, rue Jean Laurain (57).

Les missions géotechniques confiées (conformément à notre devis référencé IC 21/708 proposé le 16/11/2021 et accepté le 20/11/2021) doivent permettre de définir :

Mission G1 : Étude géotechnique préalable - phase étude de site (ES)

- Enquête documentaire, programme d'investigation ;
- La nature des différents terrains rencontrés avec notamment des analyses en laboratoire (classement NF P 11-300) ;
- Leurs caractéristiques mécaniques ;
- Le niveau d'eau relevé dans les sondages.

Mission G2 : Étude géotechnique de conception – phase avant-projet (AVP)

- Les principes généraux des ouvrages géotechniques ;
- Les types de fondations envisageables ;
- Les contraintes admissibles par le sol aux ELU et ELS ;
- Les tassements théoriques attendus ;
- Les recommandations en phase travaux (terrassements...) ;
- Les recommandations de réalisation.

Mission G5 : Diagnostic géotechnique

- Le type de matériaux du talus ;
- Stabilité du talus existant et projeté ;
- La profondeur de fondation mise en place.

L'intervention sur site a été réalisée le 03 Février 2022.

1.2. Documents mis à notre disposition

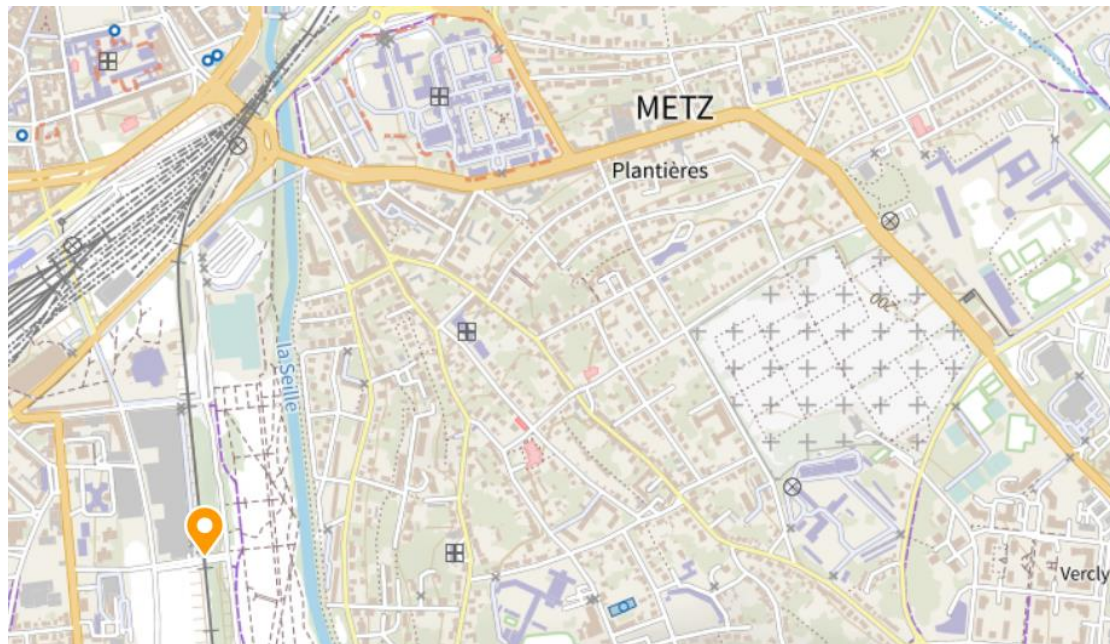
Dans le cadre de cette étude, les documents suivants nous ont été transmis :

- Un profil topographique ;
- Des coupes topographiques avec le projet intégré.

2. Étude de site

2.1. Situation géographique

Le talus concerné par la présente étude est situé rue Jean Laurain à Metz (57), aux abords de la voie de chemin de fer SNCF.



Localisation du projet sur fond de carte IGN

2.2. Zone d'influence géotechnique

Le talus se situe en périphérie d'un pont de chemin de fer sur un terrain sans déclivité majeure. Il mesure environ 4,50m de haut et enlace le pont de part et d'autre.



Photographie prise entre Novembre 2021 et Février 2022

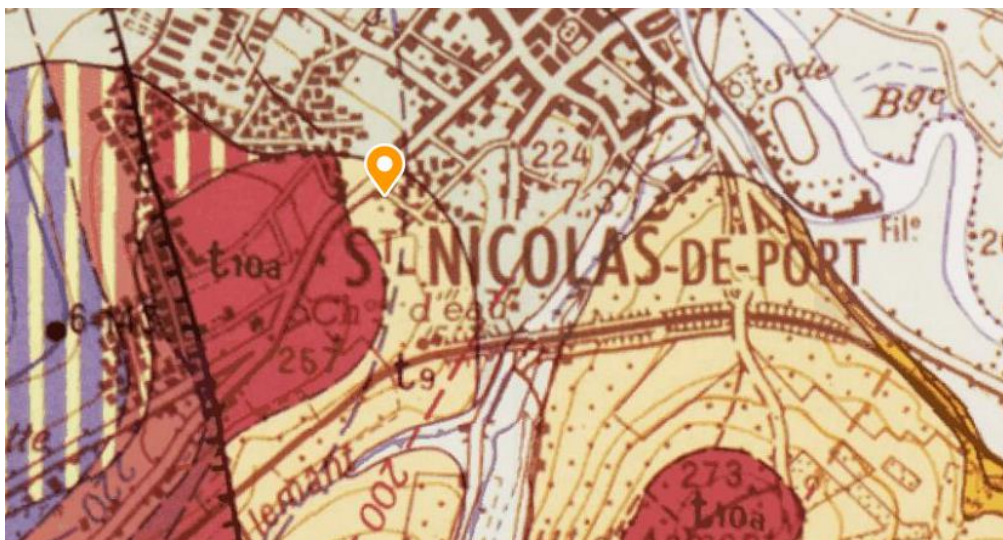
De nombreux éléments anthropiques peuvent être observés (plastiques, béton, tuyaux etc..) en superficie du talus.

D'après les éléments fournis par le donneur d'ordre, le pont ne semblerait pas reposer sur le talus, celui-ci vient en couverture de l'ouvrage afin de le camoufler.

2.3. Situation géologique

D'après la carte géologique de Metz (n°164), le secteur d'étude est intéressé par les formations suivantes :

- **Remblais anthropiques de talus** : matériaux divers ;
- **Fz : alluvions récentes** : sables, graviers, galets et argiles ;
- **Fy : alluvions anciennes** : sables, graviers, galets et argiles.



Extrait de la carte géologique de Metz (n°164)

2.4. Aléas connus

2.4.1. Aléa retrait et gonflement des argiles

La zone est située en zone **d'aléa moyen** au retrait-gonflement des sols argileux.



(Source : <https://www.georisques.gouv.fr/>)

2.4.2. Autres aléas

Les autres aléas ayant fait l'objet d'une recherche sont répertoriés dans le tableau suivant :

Risque	Aléa/sensibilité
Séismes	1 - Très faible
Inondation	Commune soumise à un PAPI, un PPRI et un TRI
Cavités souterraines	Non concerné
Mouvements de terrain	Non concerné
Radon	Faible
Canalisation de matières dangereuses	Canalisation de gaz naturel dans un rayon de 1000m (1)
Sites et sols pollués	Site et ancien site industriel et activité de service dans un rayon de 1000m (BASIAS ou BASOL) (28) Pas d'odeur particulière détectée au sondage
Arrêtés portant reconnaissance de catastrophes naturelles	- Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain (1) - Inondations et coulées de boue (15) - Mouvements de terrains (3) - Mouvements de terrains différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols (7) - Mouvements de terrains consécutifs à la sécheresse (1) - Séisme (1)

2.5. Aléas géotechniques

- la géologie

- aléas liés à l'hétérogénéité toujours possible du sol,
- aléas liés à l'éventuelle présence d'évènements géologiques ponctuels et difficilement quantifiables qui imposent des dispositions constructives particulières et évolutives en fonction de l'avancement des travaux (présence de gypse, zones d'altération, cavités et zones de dissolution/décalcification etc...).

- l'histoire du site

- aléas liés à l'histoire ancienne du site (connue ou inconnue), susceptible d'évoluer au cours de l'avancement des travaux (découvertes d'anciennes constructions, de remblais anthropiques etc...).

- le comportement mécanique

- aléas liés à la présence de sols sensibles à l'eau et dont les caractéristiques mécaniques sont en partie tributaires de leur teneur en eau,
- aléas liés à la sensibilité des sols de surface aux remaniements mécaniques,
- aléas liés au caractère compressible des sols naturels rencontrés.

- l'hydrogéologie

- les sols superficiels sont souvent le siège de circulations anarchiques d'eaux d'infiltration qui ont tendance à gagner les points bas naturels ou artificiels, notamment dans les remblais,
- présence éventuelle d'une nappe.

3. Investigations géotechniques

3.1. Programme d'investigation

En raison de la présence de nombreux réseaux enterrés, le programme initialement prévu a été adapté. Les prélèvements à la pelle mécanique n'ont pas été réalisés en raison des règles de sécurité appliquées par la SNCF sur ses ouvrages d'art interdisant les sondages dans la talus.

Dans le cadre de la présente mission, le programme suivant a été réalisé :

- **1 sondage à la tarière** (noté **SP1**), **descendu à 7,00m** de profondeur permettant l'appréciation de la nature des sols ;
- **5 essais pressiométriques** réalisés au droit de SP1, répartis de façon homogène et permettant de caractériser le comportement mécanique des sols en termes de portance et de sensibilité au tassement ;
- **1 relevé visuel des matériaux présents dans le talus ;**
- **Calcul de stabilité du talus avec Talren.**

Un plan d'implantation du sondage, sa coupe et les résultats des essais in-situ figurent en annexe.

3.2. Sondage de reconnaissance à la tarière

Le sondage de reconnaissance réalisé a permis d'identifier les faciès suivants :

- **Niveau 0 : Remblais anthropiques**, composés **d'une couche de crasse noire puis de remblais hétérogènes** avec de nombreux éléments anthropiques (plastiques, ferrailles, gravats, sables, briques etc...), reconnus jusqu'à **3,60m** de profondeur ;
- **Niveau 1 : Substratum +/- altéré**, composé **d'argiles marneuses verdâtres** reconnu jusqu'à la base de notre sondage soit **7,00m** de profondeur par rapport au terrain actuel.

3.3. L'eau dans le sol

Lors de la réalisation des investigations en Février 2022, **une venue d'eau** a été relevée au droit de **SP1 à -3,60m/TA**.

Signalons que les sols superficiels sont souvent le siège de circulations anarchiques d'eaux d'infiltration qui ont tendance à gagner les points bas naturels ou artificiels.

3.4. Caractéristiques mécaniques

Les essais pressiométriques réalisés ont permis de caractériser les sols en place :

- **Niveau 0** : performances mécaniques **faibles à correctes** dans **les remblais** avec :

$$0,155 \text{ MPa} < p_l^* < 0,279 \text{ MPa}$$

$$2,25 \text{ MPa} < E_m < 3,41 \text{ MPa}$$

- **Niveau 1** : performances mécaniques **correctes** dans **le substratum +/- altéré** avec :

$$0,362 \text{ MPa} < p_l^* < 0,392 \text{ MPa}$$

$$4,49 \text{ MPa} < E_m < 5,69 \text{ MPa}$$

3.5. Relevé visuel

En raison de la présence de réseaux et des règles de sécurités liées à la présence d'une voie SNCF, il n'a pas été possible de réaliser les sondages à la pelle mécanique initialement prévus.

Le talus est composé de nombreux éléments et débris anthropiques ayant été intégrés aux remblais. Ces éléments montrent un remblai hétérogène et certainement peu cohésif n'étant pas un support pour l'ouvrage d'art. Son utilité est somme toute purement visuelle afin de végétaliser la zone proche du pont (à confirmer pas un BE structure).

De la végétation, type herbes et petits arbres, est présente sur la majeure partie du talus.



Béton

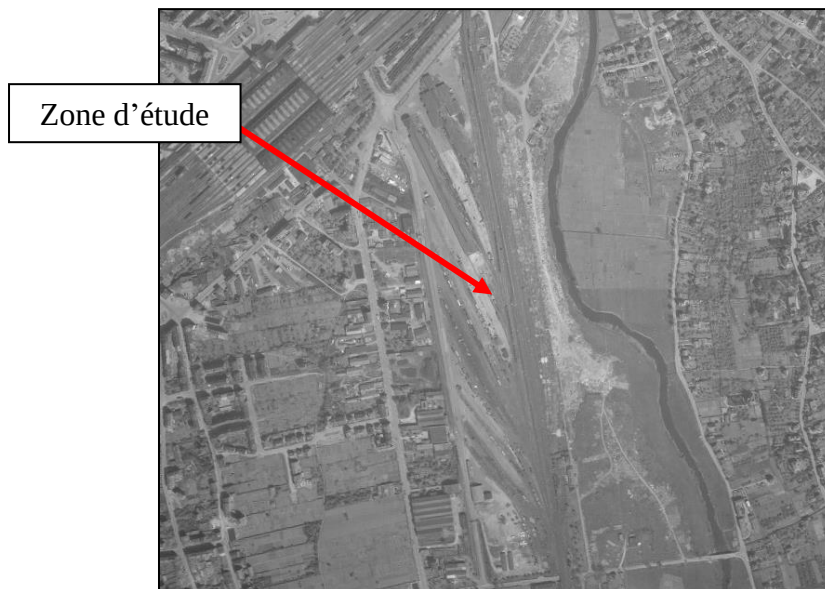


Photographies prises lors de notre intervention en Février 2022

4. Historique du site

Avec le site remonterletemps.ign.fr il est possible de retrouver des photographies aériennes de la zone d'étude afin d'observer son évolution dans le temps.

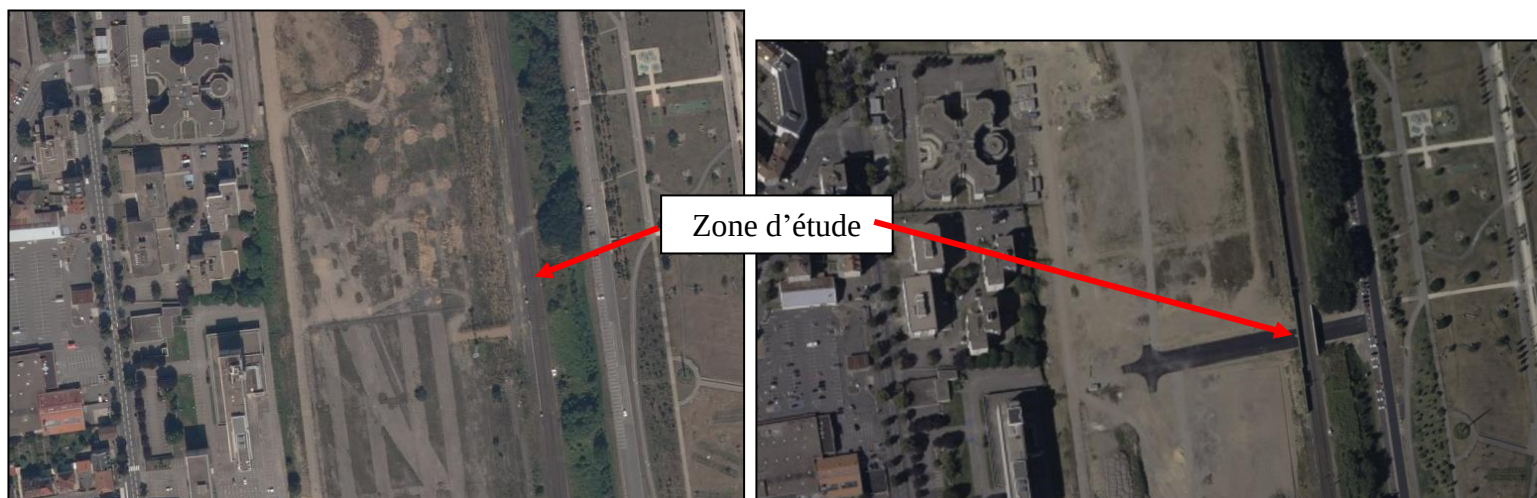
On note la présence du chemin de fer et d'un dépôt ferroviaire depuis au moins 1946.



Source : remonterletemps.ign.fr – Photographie de 1946

Entre 2009 et 2012 un pont a été créé sous la voie de chemin de fer. Il est probable que les remblais aient été mis en place à ce moment-là afin de couvrir le pont dans un but purement esthétique sans reprise de charge.

A l'heure actuelle, le talus semble stabilisé bien que peu compétent dans ses caractéristiques mécaniques.



Source : remonterletemps.ign.fr – Gauche photographie de 2009 - Droite photographie de 2012

5. Estimation de la capacité portante du sol en place

L'exploitation du sondage réalisé aux abords de la construction permet de vérifier la capacité de portance du sol en place.

	SP1
Profondeur de mesure (m/TA)	0,80
Q_{ELS} (bar)	0,43

Les contraintes admissibles par le sol aux ELS à -0,80m/TA sont **de l'ordre de 0,43 bar au droit de SP1**.

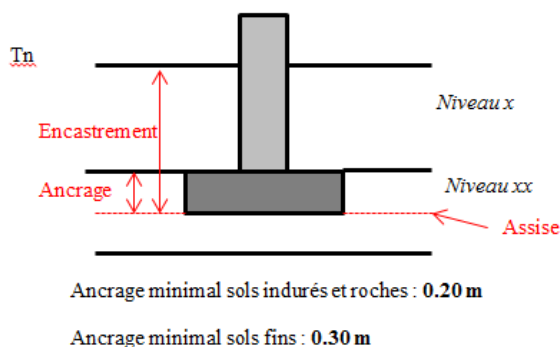
On respectera dans tous les cas une **profondeur minimale d'assise de 0,80m** par rapport à la surface topographique du terrain **fini** afin de protéger les fondations contre les effets du gel.

Sous fondation, au moment des terrassements, on veillera à récupérer un **sol homogène en fond de fouille**.

Si des passages **peu performants** étaient détectés, il faudrait envisager des **purges ponctuelles** qui dépendront notamment de l'état hydrique des sols au moment des travaux.

Pour s'assurer que les règles en vigueur sont respectées, une vérification visuelle devra être réalisée au démarrage des travaux et validée dans le cadre des missions de suivi et supervision géotechnique G3 et G4.

Rappels :



6. Calcul de stabilité

Etant donné que les sondages n'ont pas pu être réalisés dans la pente du talus il a été recherché les paramètres mécaniques qui permettant d'assurer la stabilité du talus actuel.

La présence de végétation dans le talus permet également une certaine stabilité, principalement de la couche supérieure du talus, du fait des nombreuses racines présentes qu'il est nécessaire de considérer dans nos interprétations.

Le sondage réalisé en pieds de talus (SP1) et les relevés visuels semblent mettre en évidence un niveau de sols uniforme constitué majoritairement de remblais anthropiques.

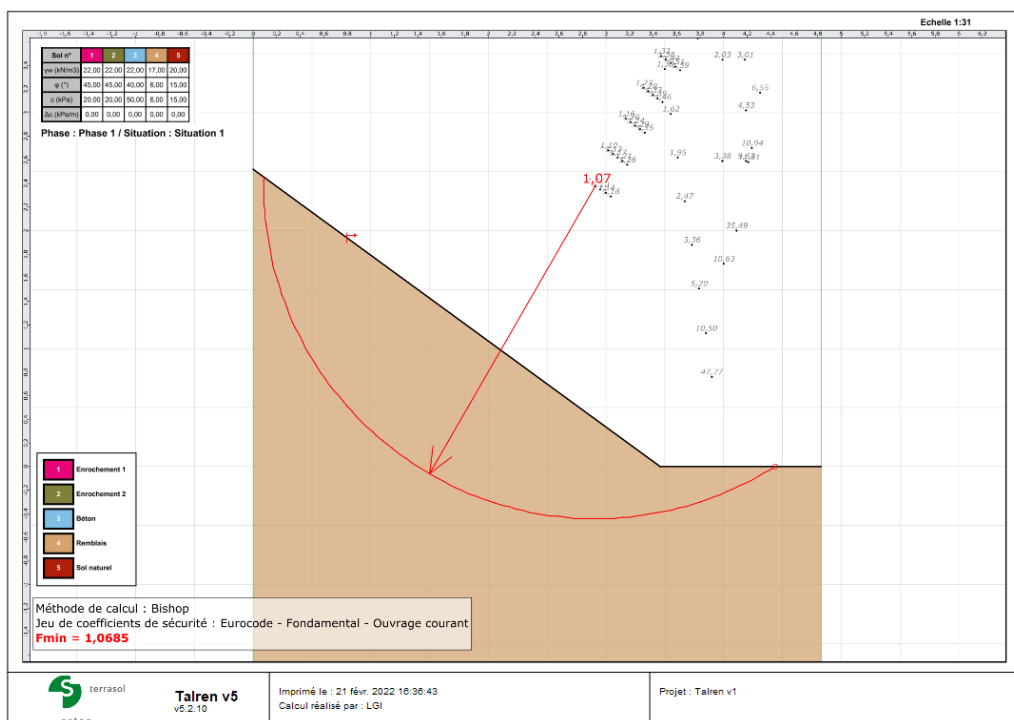
Une fois les paramètres déterminés, ces derniers ont été appliqués à la situation projetée afin de calculer la stabilité générale du futur talus avec les informations transmises sur sa géométrie.

6.1. Etat actuel

La stabilité est étudiée à l'aide du logiciel TALREN et le calcul est réalisé selon la méthode de calcul Bishop avec un jeu de coefficients de sécurité relatif à l'Eurocode 7 Fondamental pour un ouvrage courant.

Aucune activité sismique n'est prise en considération dans les calculs de stabilité compte-tenu de la catégorie d'importance de l'ouvrage et de la zone de sismicité du site.

Pour une stabilité à long terme de l'ouvrage, le coefficient de sécurité recherché est $F \geq 1,00$.



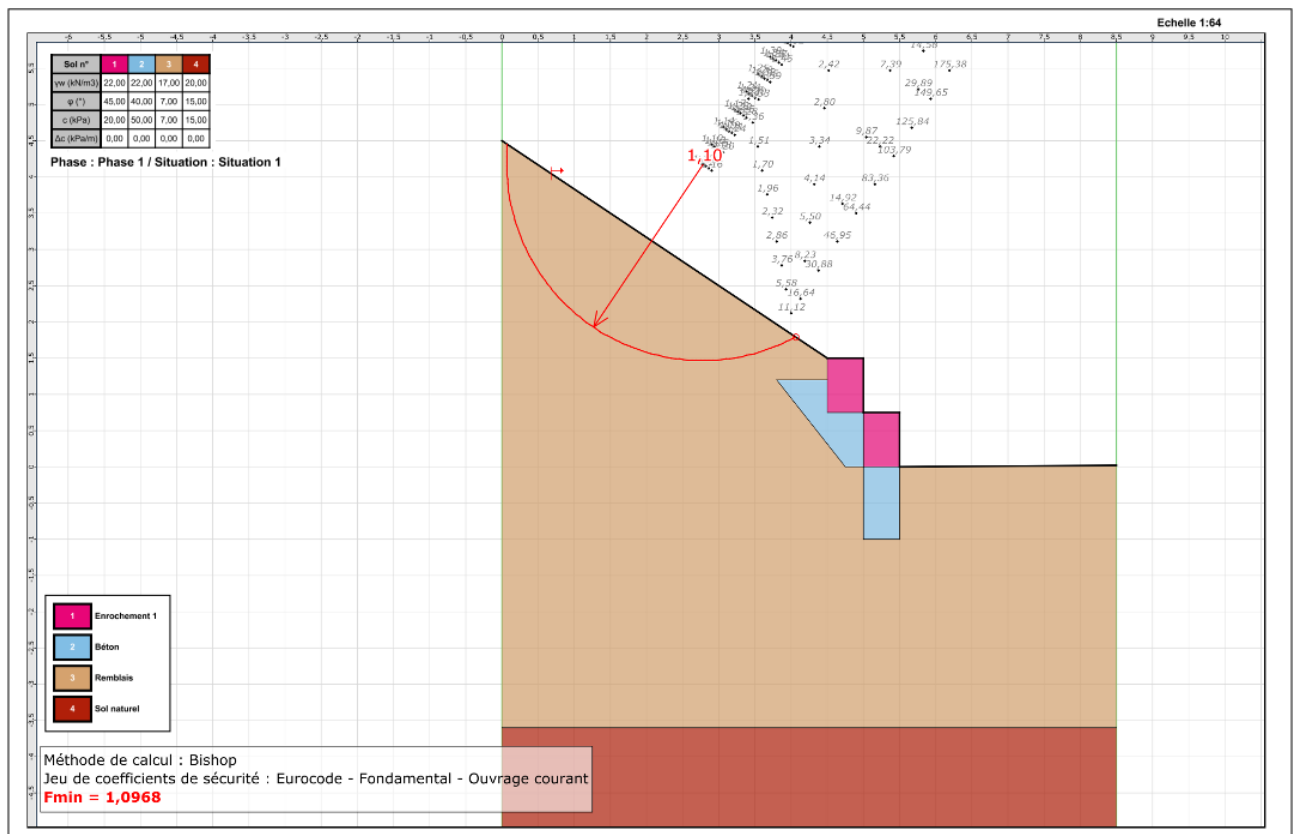
Calculs de la situation en état actuel

6.2. Etat projeté

La stabilité est étudiée à l'aide du logiciel TALREN et le calcul est réalisé selon la méthode de calcul Bishop avec un jeu de coefficients de sécurité relatif à l'Eurocode 7 Fondamental pour un ouvrage courant.

Aucune activité sismique n'est prise en considération dans les calculs de stabilité compte-tenu de la catégorie d'importance de l'ouvrage et de la zone de sismicité du site.

Pour une stabilité à long terme de l'ouvrage, le coefficient de sécurité recherché est $F \geq 1,00$.



Calculs de la situation en état projeté

Les calculs réalisés sur la situation projetée de l'ouvrage tendent à montrer un modèle stable sur l'aspect théorique ($F = 1,10$).

7. Conclusion

Le talus se trouve en périphérie d'un pont de chemin de fer SNCF et il ne semble pas reposer sur celui-ci (à confirmer par un BE Structure).

Le talus est composé principalement de remblais à divers débris anthropiques dont les caractéristiques mécaniques sont globalement faibles reposant sur un terrain argilo-marneux dont les caractéristiques mécaniques sont quant à elles correctes.

Actuellement le talus est stabilisé, le projet vise à la réalisation d'une pente de 3/2 avec un mur de soutènement ancré à 0,80m/TA en pied de celui-ci. Dans ces conditions la stabilité du futur l'ouvrage est garantie.

Il peut être envisagé la mise en œuvre d'un enrochement en confortement de talus (tranche superficielle), au-dessus du soutènement en gabons. Cette disposition limitera l'apparition de loupes de glissement superficielles.

Lors de la phase chantier, un soutènement provisoire pourra être mis en œuvre afin de consolider le talus.

Avant démarrage des travaux, un certain nombre de compléments d'investigation peuvent s'avérer nécessaires afin de vérifier les hypothèses de travail retenues dans cette étude :

- ❖ **Réaliser des fouilles à la pelle mécanique ;**
- ❖ **Faire des essais en laboratoire sur les matériaux prélevés ;**
- ❖ **Faire évaluer les descentes de charges réelles par un BE structure.**

Un suivi géotechnique en phase G3/G4 permettra notamment de s'assurer que le modèle géotechnique pris en compte est conforme à la réalité et qu'un ancrage homogène et conforme aux préconisations est respecté.

Le rapport de mission G2-AVP qui nous a été confiée pour cette phase d'avant-projet ne constitue pas un dimensionnement du projet. Il permet de donner un aperçu des sujétions techniques dont CIRSE ENVIRONNEMENT ne peut être engagé à ce stade de l'étude sur le choix, l'implantation et le dimensionnement des structures du projet ou sur les solutions d'emploi des sols proposées. Cette étude n'a qu'un caractère indicatif et ne peut donc en aucun cas servir de document d'exécution. Le dimensionnement des fondations et des structures sera confié à un BET spécialisé.

Le rapport de la mission G5 qui nous a été confiée pour cette phase de diagnostic ne constitue pas un dimensionnement du projet pour la reprise en sous-œuvre. Il permet de donner un aperçu des sujétions techniques dont CIRSE ENVIRONNEMENT ne peut être engagé à ce stade de l'étude sur le choix, l'implantation et le dimensionnement des structures du projet ou sur les solutions d'emploi des sols proposées. Cette étude n'a qu'un caractère indicatif et ne peut donc en aucun cas servir de document d'exécution. Le dimensionnement des fondations et des structures sera confié à un BET spécialisé.

Au sens de la norme NFP 94-500 du 30 novembre 2013, selon le schéma d'enchaînement des missions géotechniques suivant, l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques nécessite une mission de type G2 comprenant trois phases, les études et suivis géotechniques d'exécution doivent être établies dans le cadre d'une mission G3 qui comprend deux phases interactives, la supervision géotechnique d'exécution doit être établie dans le cadre d'une mission G4 qui comprend deux phases interactives.

CIRSE ENVIRONNEMENT est à la disposition pour réaliser tout ou partie de ces missions.

Conditions générales

1. Cadre de la mission

Par référence à la Classification des Missions d'Ingénierie Géotechnique (voir tableau suivant : tableau 2 de la norme NF P 94-500 du 30 novembre 2013), il appartient au maître d'ouvrage et à son maître d'œuvre de veiller à ce que toutes les missions géotechniques nécessaires à la conception puis à l'exécution de l'ouvrage soit engagées avec des moyens opportuns et confiées à des hommes de l'Art.

L'enchaînement des phases géotechniques suit la succession des phases d'élaboration du projet, chacune de ces missions ne couvrant qu'un domaine spécifique de la conception et de l'exécution. En particulier :

- Les missions géotechniques sont réalisées dans leur ordre successif ;
- Une mission type « G1 - phase ES » engage notre société uniquement sur la conformité des travaux exécutés à ceux contractuellement commandés et l'exactitude des résultats qu'elle fournit ;
- Une mission de type « G2 – phase AVP » n'engage notre société sur son devoir de conseil que dans le cadre strict :
 - des objectifs explicitement définis dans notre proposition technique sur la base de laquelle la commande et ses avenants éventuels ont été établis,
 - du projet du client établi par les documents graphiques ou plans cités dans le rapport.

La responsabilité de notre société ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission géotechnique objet du rapport. En particulier, toute modification apportée au projet ou à son environnement nécessite la réactualisation du rapport géotechnique dans le cadre d'une nouvelle mission.

2. Recommandations

Il est précisé que l'étude géotechnique repose sur une reconnaissance du sol dont la maille ne permet pas de lever la totalité des aléas toujours possibles en milieu naturel. En effet, des hétérogénéités naturelles, ou du fait de l'homme, des discontinuités et des aléas d'exécution peuvent apparaître compte tenu du rapport entre le volume échantillonné ou testé et le volume sollicité par l'ouvrage. Par ailleurs, les niveaux d'eau indiqués dans les sondages sont donnés à titre indicatif car ils ne sont valables qu'au droit du sondage concerné et pour un moment précis.

3. Rapport géotechnique

Le rapport de la mission et toutes ses annexes constituent un ensemble indissociable. Un exemplaire original et deux copies sont fournis au client au terme de la mission. Un exemplaire est conservé par nos services en archivage. Dans ce cadre, toute autre interprétation qui pourrait en être faite d'une communication ou reproduction partielle ou l'utilisation par un autre maître d'ouvrage ou constructeur pour un autre projet ne saurait engager la responsabilité de notre société.

4 Responsabilités et assurances

Dans le cadre de ces activités, CIRSE ENVIRONNEMENT a souscrit :

Une assurance en responsabilité civile,
Une assurance multigarantie technicien de la construction

Classification des missions d'ingénierie géotechnique

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.

ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)

Cette mission exclut toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire. Elle comprend deux phases :

Phase Étude de Site (ES)

Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.

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

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

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

Phase Avant-projet (AVP)

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

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

Phase Projet (PRO)

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

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

Phase DCE / ACT

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

- Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et 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.

ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées)

ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES 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).
- Établir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO)

SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'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 GÉOTECHNIQUE (G5)

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

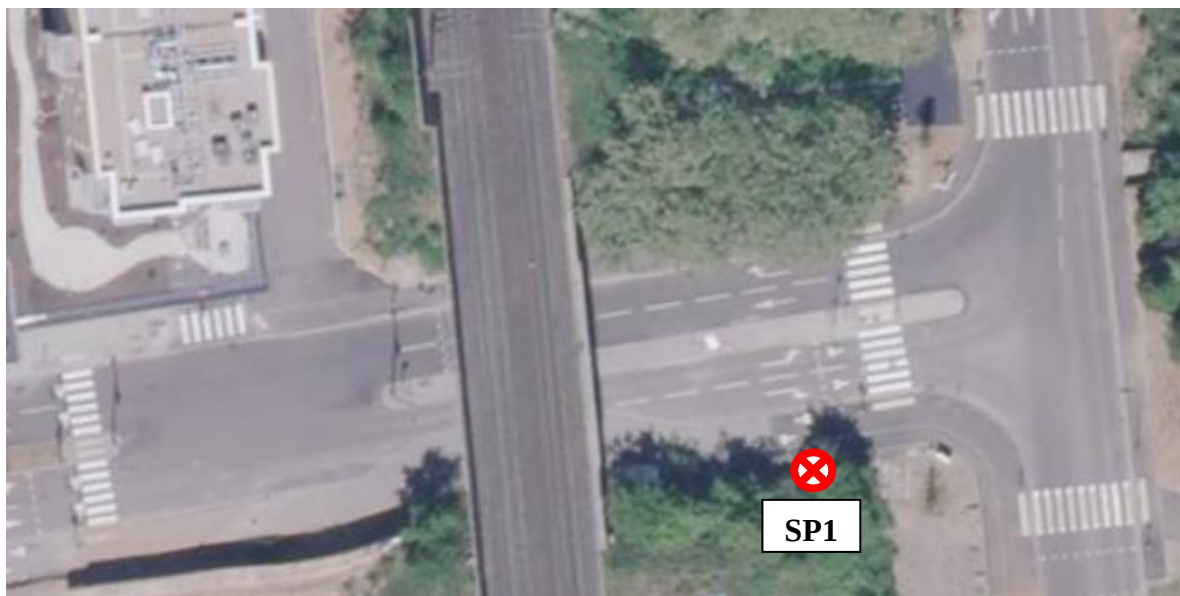
- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre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

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 géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision du suivi)	Étude d'exécution conforme aux exigences du projet, avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels (réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET/AOR	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Suivi (en interaction avec la phase Étude)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision de l'étude)	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage		Fonction du contexte géotechnique observé et du comportement de l'ouvrage et des avoisinants en cours de travaux
À toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié

ANNEXES

Plan d'implantation du sondage



Coupe du sondage et essais pressiométriques

