

13 février 2018

Municipalité de Chelsea



Présentation des études géotechniques de l'ancienne
voie ferrée de Chelsea

David Feghali, ing.
Chargé de projet

wsp



Aperçu de la présentation

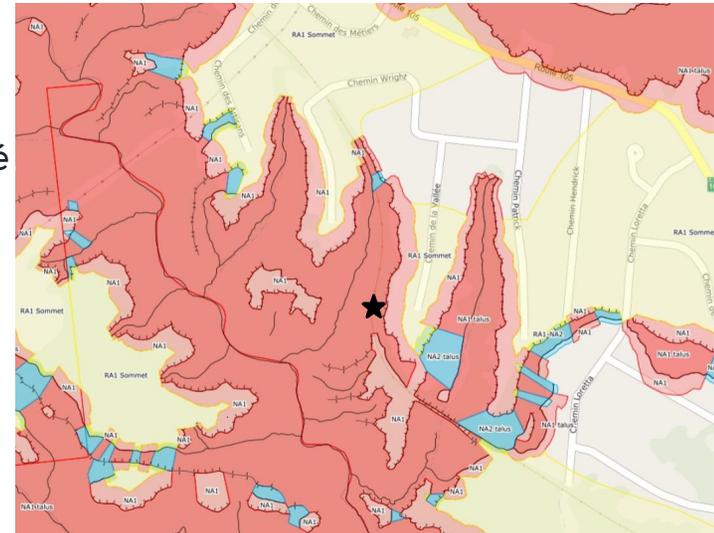
- Introduction et objectifs des études
- Secteurs à l'étude
- Aperçu des résultats du secteur A
- Investigation de terrain - Secteur B
- Caractéristiques du secteur B
- Analyses de stabilité - Secteur B
- Problématiques et résultats de l'étude
- Méthodes de stabilisation
- Stabilisation des talus existants - Secteur B

Introduction et objectifs des études

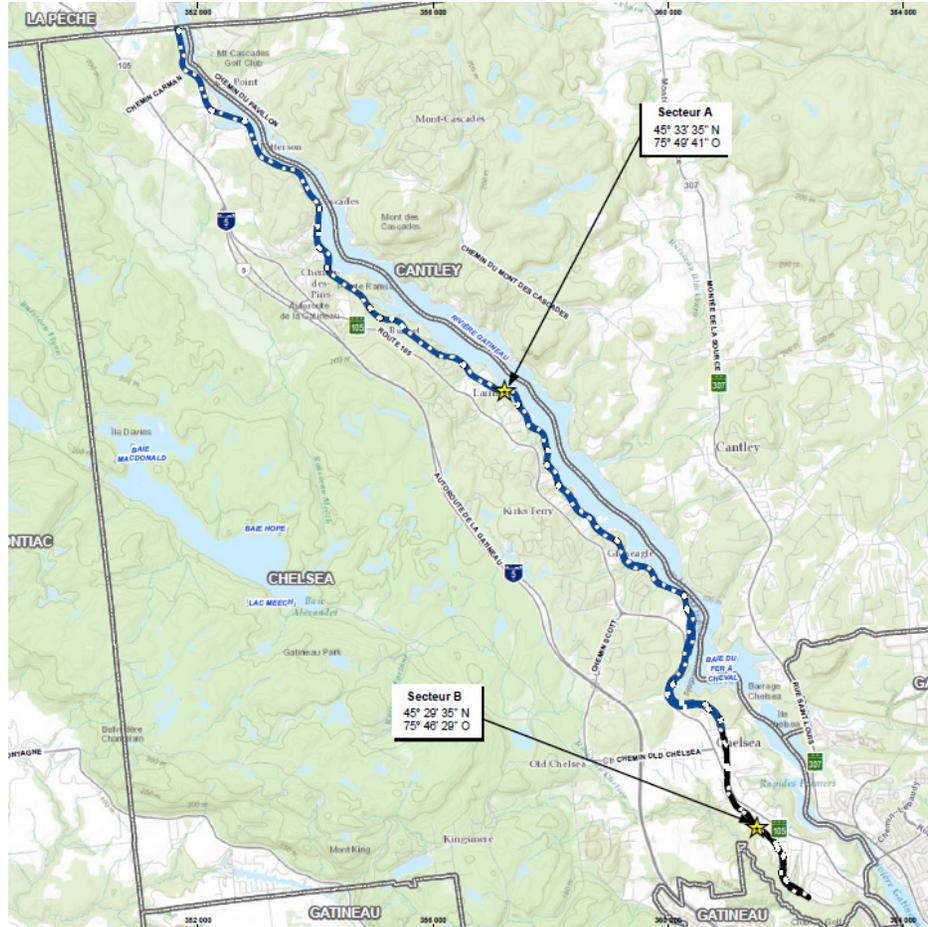
- Réaliser une étude géotechnique dans le cadre de la transformation du chemin de fer existant en piste multifonctionnelle.
- Détecter les signes visuels précurseurs à des instabilités potentielles (secteur A).
- Mesures à prendre pour stabiliser les zones à risques (secteur B).
- Étude complémentaire : évaluation du présent glissement de terrain et méthodes de stabilisation (secteur B).

Secteurs à l'étude

- Secteur A : entre le chemin Mill et la limite nord de la municipalité
 - *Distance d'environ 17 km*
 - Identifier des instabilités potentielles visuellement
- Secteur B : entre le chemin Mill au nord et le chemin Loretta au sud
 - *Distance d'environ 3 km*
 - Mesures préventives
 - Secteur répertorié comme zone d'instabilité potentielle



Secteurs à l'étude



Secteur A

POINT GPS	CHAINAGE APPROXIMATIF	OBSERVATIONS	RECOMMANDATIONS
343	101+100	Présence d'un ponceau avec des signes d'instabilité et d'érosion et une pente relativement raide. Ponceau semble en mauvais état.	Remplacement du ponceau et étude géotechnique pour la stabilité du secteur.
344	101+220	Présence de remblais probables supérieurs à 6 m de hauteur.	Rabaissement du profil recommandé.
345	101+450	Présence d'un ponceau, bon état.	Intervention géotechnique non requise.
346	101+800	Érosion visible au niveau des talus.	Enrochement recommandé pour contrôler l'érosion.
347	102+220	Zone de berge adjacente à la rivière Gatineau. Présence de quelques affleurements rocheux. Quelques fissures sont néanmoins visibles en surface.	Étude géotechnique recommandée pour valider la stabilité de ce secteur.
348	103+500	Présence d'un ponceau en état médiocre	Remplacement du ponceau et étude géotechnique pour la stabilité du secteur.
349	103+950	Présence d'un ponceau en état médiocre	Remplacement du ponceau et enrochement pour stabiliser le secteur.
350	104+020	Présence d'un ponceau. Affaissement visible en surface dans l'axe du ponceau indiquant la possibilité d'un défoncement du ponceau	Remplacement du ponceau.
351	104+200	Présence d'un ponceau en mauvais état	Remplacement du ponceau.
352	104+360	Présence d'un ponceau. Érosion du côté amont du talus	Vérification de l'état du ponceau et contrôle de l'érosion.
353	106+360	Présence d'un ponceau et signes d'affaissement en surface. Milieu humide semble présent du côté est.	Remplacement du ponceau.

Secteur A (suite)

POINT GPS	CHAINAGE APPROXIMATIF	OBSERVATIONS	RECOMMANDATIONS
354	107+250	Présence d'un ponceau et signes d'affaissement en surface.	Remplacement du ponceau.
355	107+570	Parois rocheuses très fracturées.	Écaillage des parois rocheuses pour enlever les débris à risques.
356	108+300	Présence d'un ponceau et signes d'affaissement en surface.	Remplacement du ponceau.
357	108+760	Présence d'un très vieux ponceau. Semble fonctionnel.	Vérification de l'état du ponceau.
358	109+070	Présence d'un très vieux ponceau en état médiocre.	Vérification de l'état du ponceau.
359 à 360	109+240	Parois rocheuses très fracturées.	Écaillage des parois rocheuses pour enlever les débris à risques.
361	109+610	Présence d'un ponceau et signes d'affaissement en surface.	Remplacement du ponceau.
362	109+700	Présence d'un ponceau en béton en mauvais état. Présence d'érosion de part et d'autre.	Remplacement du ponceau et contrôle de l'érosion.
363	110+300	Présence d'un ponceau et signes d'affaissement en surface.	Remplacement du ponceau.
364	110+960	Présence d'un ponceau et signes d'affaissement en surface.	Remplacement du ponceau.
365	111+720	Parois rocheuses très fracturées.	Écaillage des parois rocheuses pour enlever les débris à risques.

Secteur A (suite)

POINT GPS	CHAINAGE APPROXIMATIF	OBSERVATIONS	RECOMMANDATIONS
366	112+390	Présence d'un ponceau et signes d'affaissement en surface.	Remplacement du ponceau.
367	112+590	Présence d'un ponceau et signes d'affaissement en surface.	Remplacement du ponceau.
N/A	113+500	Présence d'un ponceau et signes d'affaissement en surface.	Remplacement du ponceau.
N/A	113+550	Présence d'un ponceau, semble en bon état.	Vérification de l'état du ponceau.
N/A	113+800 à 114+200	Talus en bordure de la rivière Gatineau, semble en bon état, aucun signe d'instabilité.	Pas de stabilisation requise.
N/A	114+260	Présence d'un ponceau rouillé et vieux.	Remplacement du ponceau.
N/A	115+130	Présence d'un pont en bois, en bon état.	Pas de travaux requis.
N/A	115+130 à 115+210	Remblai dans le milieu humide, graveleux. Semble en bon état.	Pas de travaux requis.
N/A	116+070	Ponceau enterré, très peu visible.	Remplacement du ponceau.
N/A	117+100	Présence d'un ponceau en PVC à l'intérieur d'un ponceau en béton.	Remplacement du ponceau.

Investigation de terrain – Secteur B

- Afin de déterminer les caractéristiques du secteur B, une investigation géotechnique a été réalisée.
- L'étude a compris :
 - *Une visite de terrain*
 - *7 sondages au piézocône*
 - *2 forages stratigraphiques*
 - *L'installation de 2 tubes ouverts*
 - *Un relevé d'arpentage*



Caractéristiques du secteur B

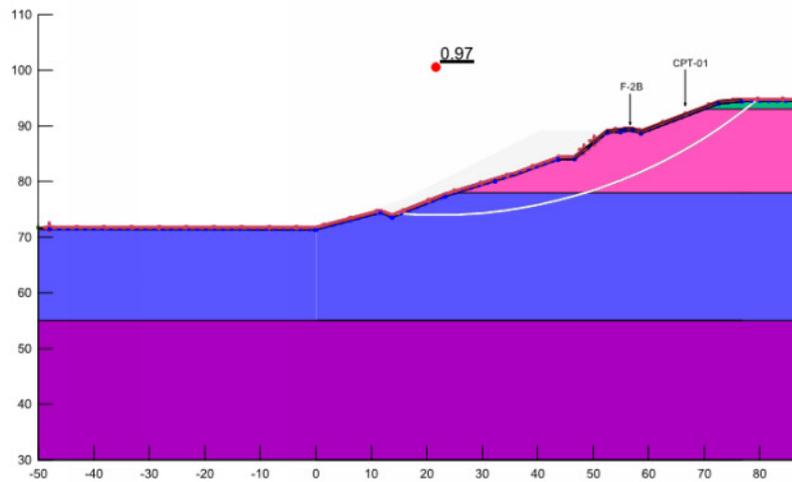
- Les résultats des sondages ont permis d'identifier la stratigraphie des sols en place, soit :
 - *Un remblai superficiel (ballast) suivi d'un dépôt cohérent composé de 4 types d'argiles.*
 - L'argile a été différenciée selon les valeurs de résistance au cisaillement non drainé et l'angle de friction interprétés suite aux essais au piézocône.
- Les résultats ont également servi à monter un modèle pour évaluer la stabilité des talus le long du chemin ferroviaire ainsi que la stabilisation requise.

Analyses de stabilité – Secteur B

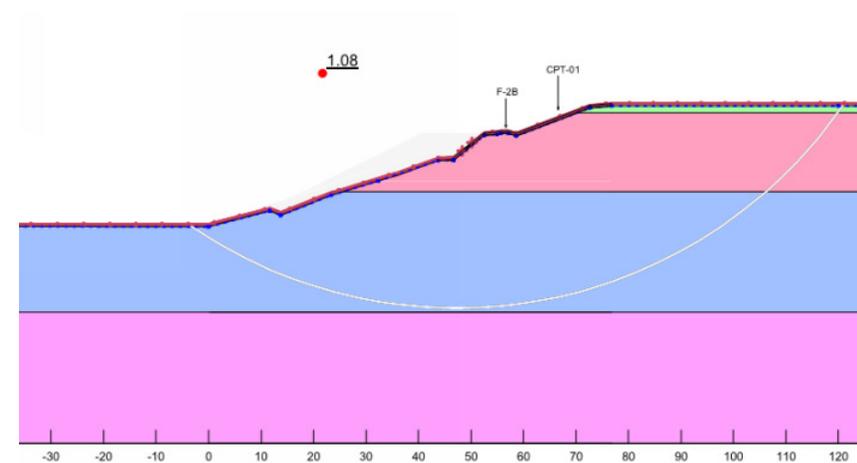
- Effectuées afin d'évaluer la stabilité des talus existants.
 - *Prend compte de la géométrie, la stratigraphie des sols et le niveau de la nappe d'eau souterraine.*
- Cas d'analyses :
 - *Cas statique (contraintes effectives, argile drainé)*
 - Coefficient de sécurité (C.S.) $\geq 1,5$;
 - *Cas d'un événement sismique (argile non-drainé)*
 - Coefficient de sécurité (C.S.) $\geq 1,0$.

Exemple d'analyse de stabilité

— Cas statique (argile drainée)



— Cas sismique (argile non drainée)



Résultats des analyses de stabilité

SECTION	COEFFICIENT DE SÉCURITÉ CALCULÉ	
	ANALYSE STATIQUE (ARGILE DRAINÉE)	ANALYSE PSEUDO-STATIQUE (ARGILE NON DRAINÉE)
1A	1,0	1,1
1B	1,1	1,2
2	1,0	1,2
3	1,3	1,4
4	1,0	1,3
5	1,2	1,4
6	1,5	1,3
7 (côté ouest)	4,0	<1,0
7 (côté est)	1,7	<1,0

Problématique et résultats de l'étude

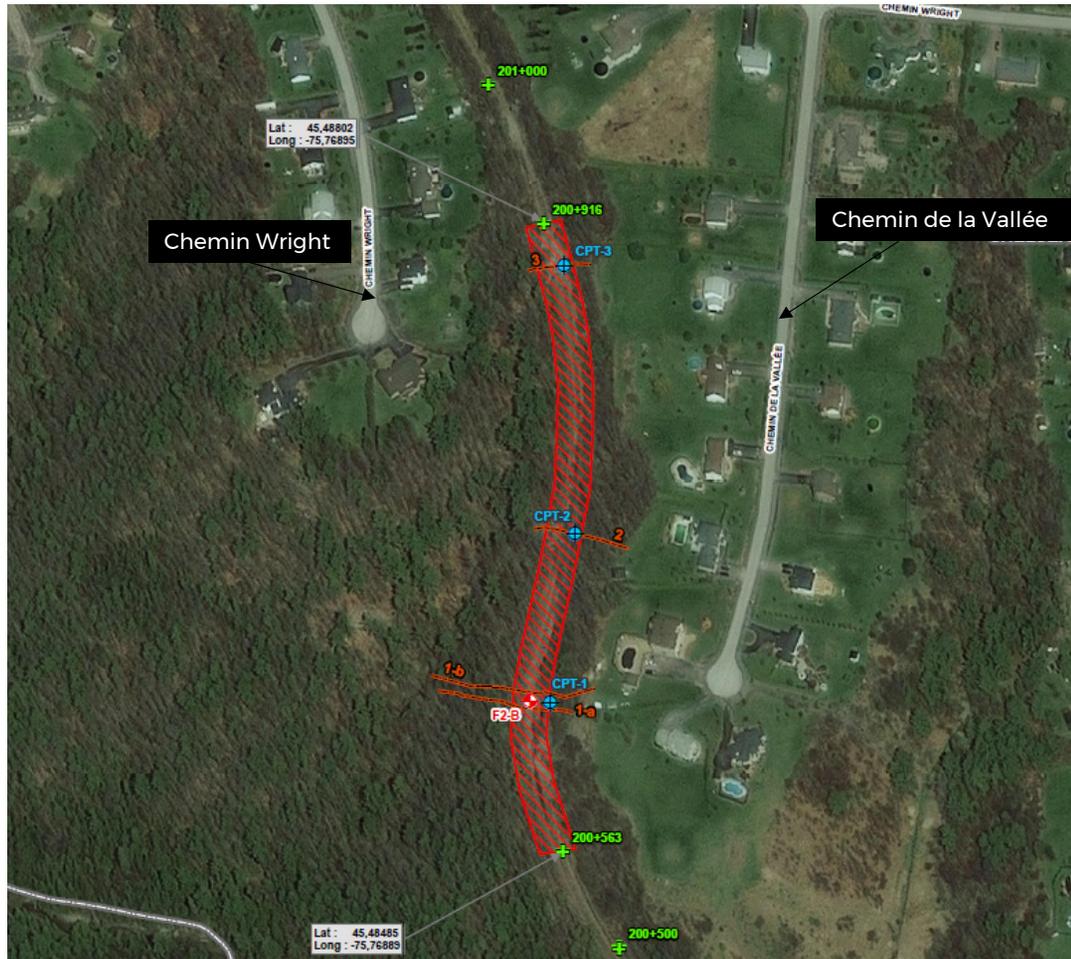
- Zones à risque de glissement de terrain
- Au moins 2 ruptures au cours des 15 dernières années
 - *Situées quelques centaines de mètres à l'est de la zone d'étude*
 - *Travaux de stabilisation ont été effectués*
- L'origine du déclenchement :
 - *La géométrie de la pente*
 - *Les propriétés du dépôt argileux*
 - *La présence de fissures au sommet du talus*
 - *Le niveau de la nappe d'eau souterraine*

Problématique et résultats de l'étude



- Zones très sensibles à ruptures potentielles, glissement de terrain pouvant mettre en danger la piste projetée
- Mesures de mitigation nécessaires
- Sécurité du public à considérer

Localisation des talus identifiés à risque



Localisation des talus identifiés à risque



Localisation des talus identifiés à risque



Méthode de stabilisation par enrochement

- Plusieurs méthodes existent pour stabiliser les talus en risque de rupture ainsi que les glissements déjà produits. La méthode la plus utilisée et la plus commune est:
 - *Une berme de stabilisation (enrochement)*
 - Renforcement efficace et durable de la pente
 - Efficacité démontrée dans nombreuses circonstances
 - Méthode simple et généralement plus économique
 - Peut être mise en œuvre rapidement par la plupart des entrepreneurs en excavation



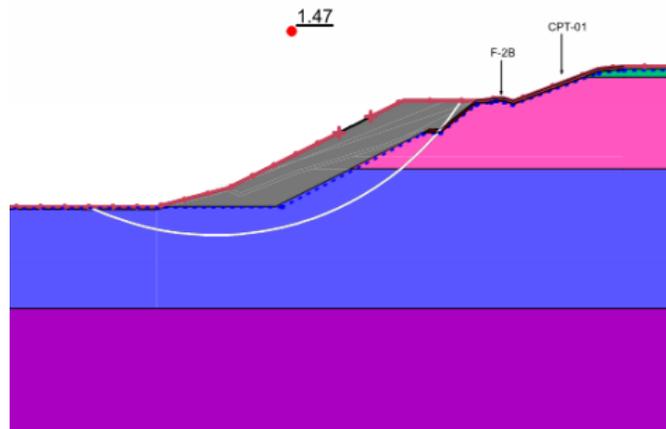
Stabilisation des talus existants

— Option berme de stabilisation

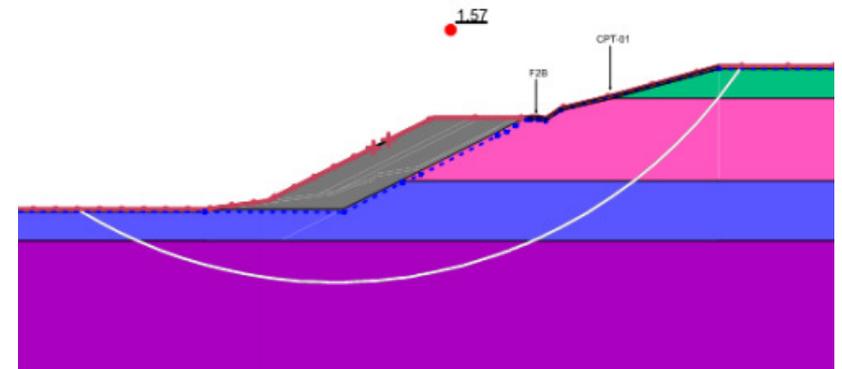
SECTION	COEFFICIENT DE SÉCURITÉ CALCULÉ POST-STABILISATION		ENROCHEMENT PROPOSÉ
	ANALYSE STATIQUE (LONG-TERME)	ANALYSE PSEUDO-STATIQUE (COURT-TERME)	
1A	1,5	1,1	Reprofiler le terrain avec une pente 2 :1 et ajouter un enrochement avec une pente de 2 :1 avec une berme de 12 m à partir du chemin de fer
1B	1,6	1,2	Reprofiler le terrain avec une pente 2 :1 et ajouter un enrochement avec une pente de 2 :1 avec une berme de 15 m à partir du chemin de fer
2	1,5	1,2	Pente 2 :1 avec berme de 2 m à partir du chemin de fer
3	1,6	1,2	Pente 2 :1 avec berme de 1 m à partir du chemin de fer
4	1,6	1,2	Pente 2 :1 avec berme de 1 m à partir du chemin de fer
5	1,5	1,2	Pente 2 :1 à partir du chemin de fer
6	-	-	Aucune mesure de stabilisation n'est requise à la coupe 6
7 (côté ouest)	>1,5	1,1	Pente 2 :1 avec berme de 1 m à partir du chemin de fer
7 (côté est)	>1,5	1,1	Pente 2 :1 avec berme de 1 m à partir du chemin de fer

Stabilisation des talus existants

— Coupe 1a: berme de 12m

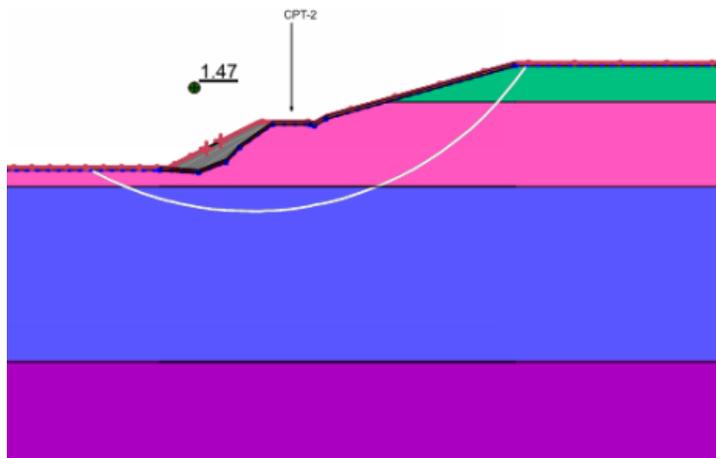


— Coupe 1b: berme de 15m

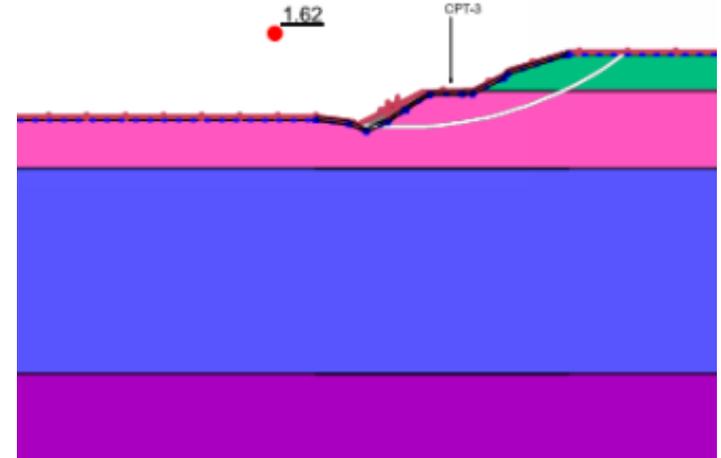


Stabilisation des talus existants

— Coupe 2: berme de 2m

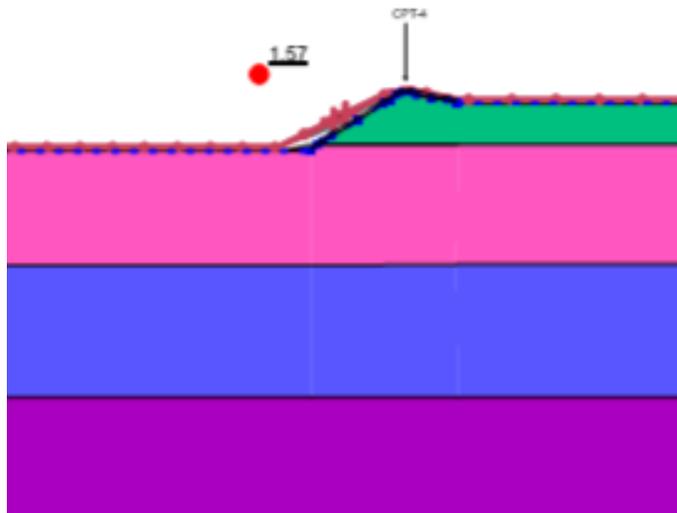


— Coupe 3: berme de 1m

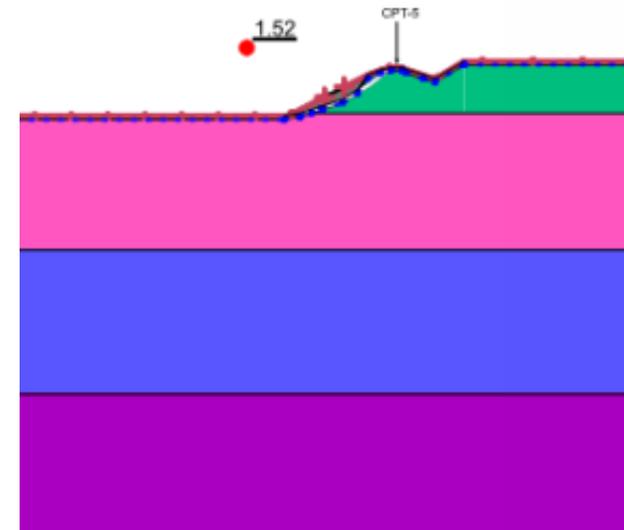


Stabilisation des talus existants

— Coupe 4: berme de 1m

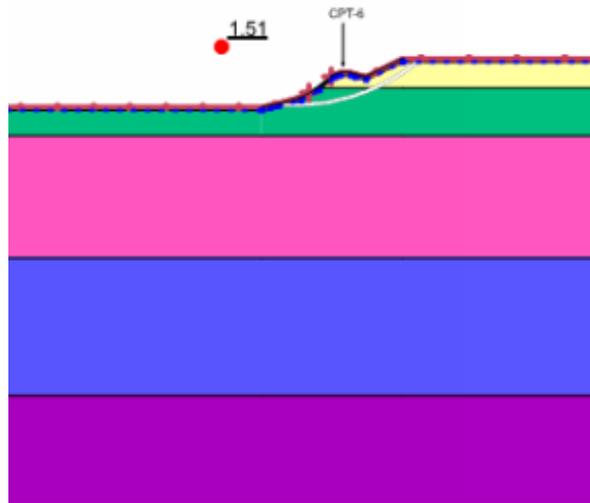


— Coupe 5: berme de 0m

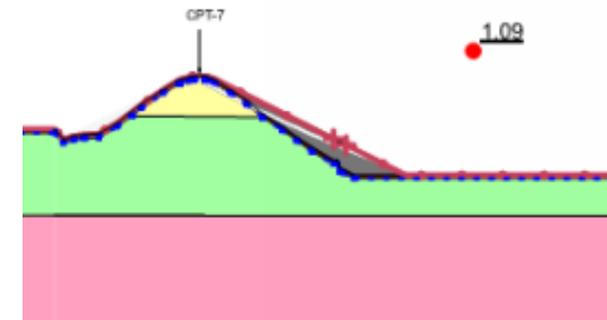
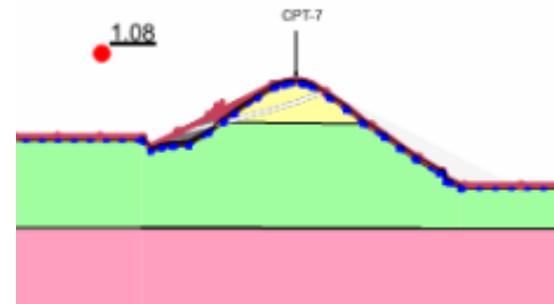


Stabilisation des talus existants

— Coupe 6: aucune berme



— Coupe 7: berme de 1 m



Stabilisation des talus existants

CHAINAGE (±)	ENROCHEMENT PROPOSÉ
200+750 à 200+850	Reprofiler le terrain avec une berme de 2 m à partir du chemin de fer et une pente 2H:1V
200+850 à 201+600	Reprofiler le terrain avec une berme de 1 m à partir du chemin de fer et une pente 2H:1V
201+600 à 201+800	Reprofiler le terrain avec une berme de 0 m à partir du chemin de fer et une pente 2H:1V
201+800 à 202+700	Talus stable, aucune berme de stabilisation nécessaire
202+700 à 203+200	Reprofiler le terrain avec une berme de 0 m à partir du chemin de fer et une pente 2H:1V (nécessaire pour satisfaire le cas sismique) Option: reprofiler longitudinalement en réduisant la hauteur du talus

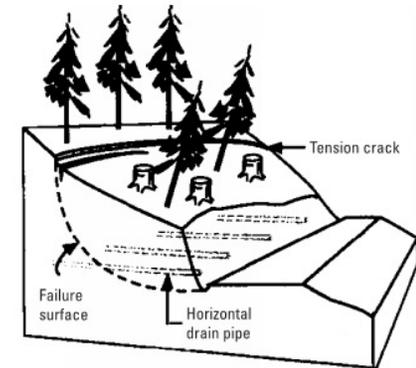
*D'autres méthodes de stabilisation pourront être envisagées, coûts à évaluer

Autres méthodes de stabilisation

— Autres méthodes existent pour stabiliser les talus en risque de rupture ainsi que les glissements déjà produits, telles que :

— *Tranchées drainantes*

- Vise à rabattre le niveau d'eau, quelles que soient les conditions climatiques
- Les glissements interviennent fréquemment à la suite d'épisodes de pluie ou pendant les saisons printanières ou automnales
- L'infiltration et l'accumulation d'eau contribuent à l'instabilité



Autres méthodes de stabilisation

- Autres méthodes existent pour stabiliser les talus en risque de rupture ainsi que les glissements déjà produits, telles que :
 - *Clouage (soil nailing)*
 - Renforce les sols en installant des inclusions rigides
 - Installation d'un ensemble de barres d'acier à intervalles rapprochés pour former un matériau composite



Merci!

wsp.com

wsp