

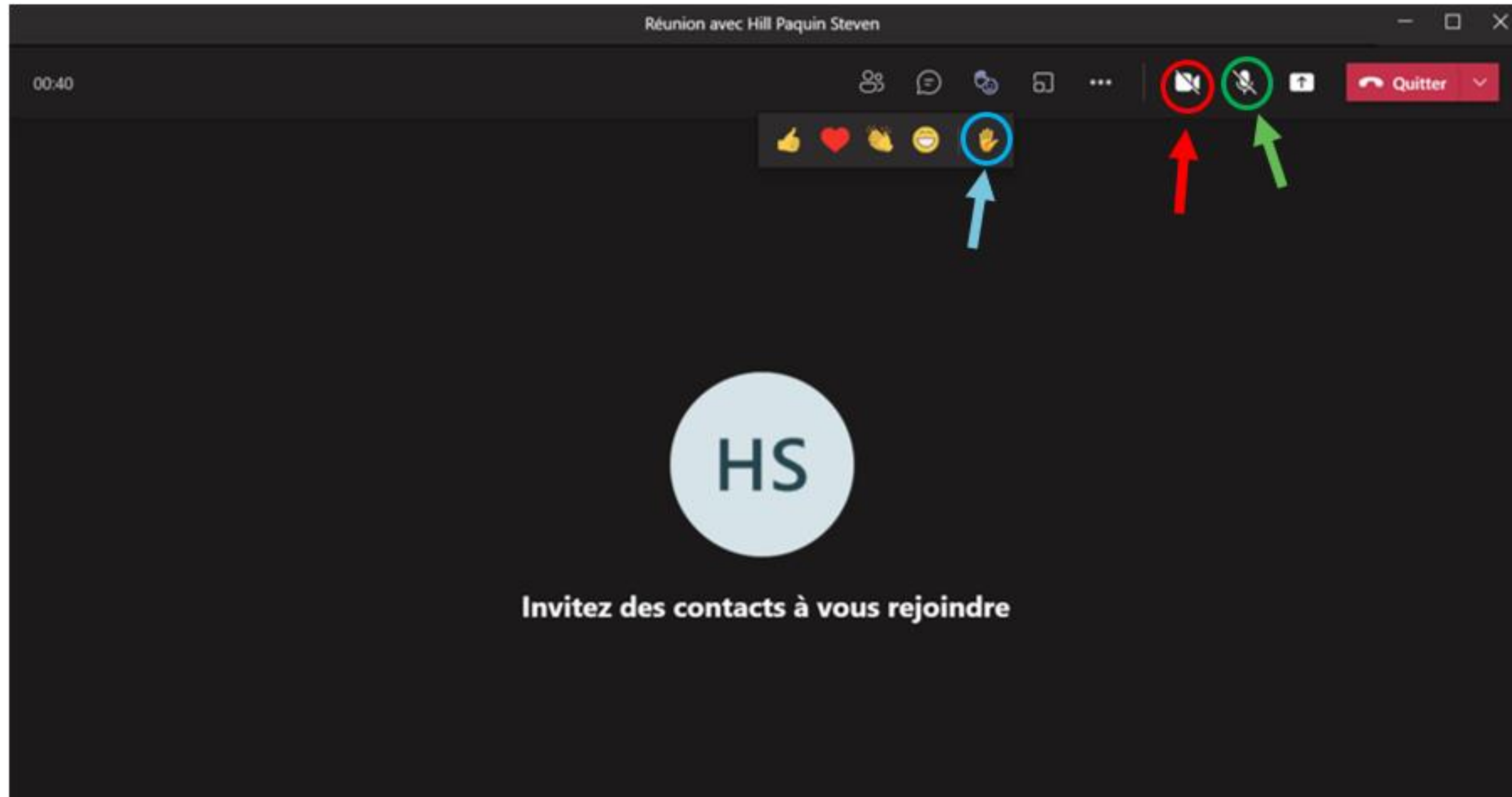
Présentation aux citoyens

Chemin des Pins

Patrice Gingras, ing., directeur du Génie - 15 mars 2023



Fonctionnalités Microsoft Teams



Les intervenants et leur rôle

Administration municipale

- Patrice Gingras, ing., directeur du Génie.
- Robert Dussault, DGA – Planification.
- Dominic Thibeault, directeur de l'Aménagement et du développement durable.
- Stéphanie Marion, inspectrice aux opérations policières – Direction de la police.
- Rudy Hamel, chef de section – Analyse de risque, schéma et sécurité civile.
- Sonya Auclair, directrice de l'Évaluation.

EMS Infrastructure inc.

- Dany Genois, ing., directeur infrastructure.

Membres du conseil municipal

- Daniel Cournoyer, maire suppléant et conseiller du district de Sainte-Marthe-du-Cap.
- Geneviève Auclair, conseillère du district de Saint-Louis-de-France.

Chemin des Pins



Plan de présentation

- **Mise en contexte**
 - Retour sur la rencontre du 5 octobre 2020.
 - Historique des événements depuis le 5 octobre 2020.
- **Présentation du rapport de EMS**
- **Analyse de la situation**
 - Réponse des services d'urgence.
 - Possibilité d'aménagement d'une voie de contournement.
- **Décision du conseil et étapes suivantes**
- **Questions/réponses**



Retour sur la rencontre

5 octobre 2020

5



Chemin des Pins

Historique des événements

- **Printemps 2017** : constatation par la Ville de divers affaissements à proximité du ruisseau Bellemare;
- **Été 2018** : remplacement du ponceau par la Ville;
- **Printemps 2019** : la Ville demande l'aide du MSP suite à l'apparition de trous, de glissements et de plusieurs mouvements de sol de nature inconnue dans la chaussée, dans les talus sur propriétés privées et autres;
- **Printemps 2019** : le MSP constate la problématique et demande l'aide des experts en géotechnique du MTMD;
- **4 juin 2019** : premier avis technique du MTMD au MSP et à la Ville;
- **12 mars 2020** : deuxième avis technique du MTMD au MSP et à la Ville;
- **Été 2020** : analyses par la Ville de Trois-Rivières;
- **Octobre 2020**: rencontre citoyenne pour indiquer la fermeture du chemin des Pins à cet endroit.

Chemin des Pins

1^{er} avis technique du MTMD (4 juin 2019)

- La route est touchée par un phénomène d'effondrement de terrain;
- Il est possible que d'autres trous se développent ou que des cavités soient déjà présentes sous la surface dans le secteur;
- Il pourrait y avoir un effondrement à tout moment;
- Il est recommandé de conserver le chemin des Pins fermé jusqu'à nouvel ordre.

Note : Le trou sur la photo se trouve à plus de 20 mètres du ponceau.



Figure 3 : Effondrement observé sur la chaussée de la route.

Chemin des Pins

1^{er} avis technique du MTMD (4 juin 2019)

Considérant :

- Que le ponceau est dans un état neuf;
- Aucun défaut de construction dans le ponceau;
- La disposition des effondrements (voir photo);
- La présence de trous à la fois dans les sols de remblai de la route et dans les sols naturels adjacents.

Il est possible d'affirmer que :

- Le phénomène est d'origine naturelle et n'est pas associé à un vice au niveau de l'ouvrage.



Figure 1 : Croquis de la situation indiquant l'emplacement des effondrements observés sur le terrain

Chemin des Pins

2^e avis technique du MTMD (12 mars 2020)

De nombreux experts ont été sollicités par les ingénieurs du MTMD afin de bien comprendre le phénomène naturel :

- Jean Côté, professeur en génie civil à l'Université Laval
- Michel Lamothe, professeur en géomorphologie à l'Université du Québec à Montréal

De nombreux forages/sondages ont été réalisés et différents appareils de mesure ont été installés.

Le contexte stratigraphique du secteur à l'étude est propice au phénomène de suffosion et à l'apparition de dolines.

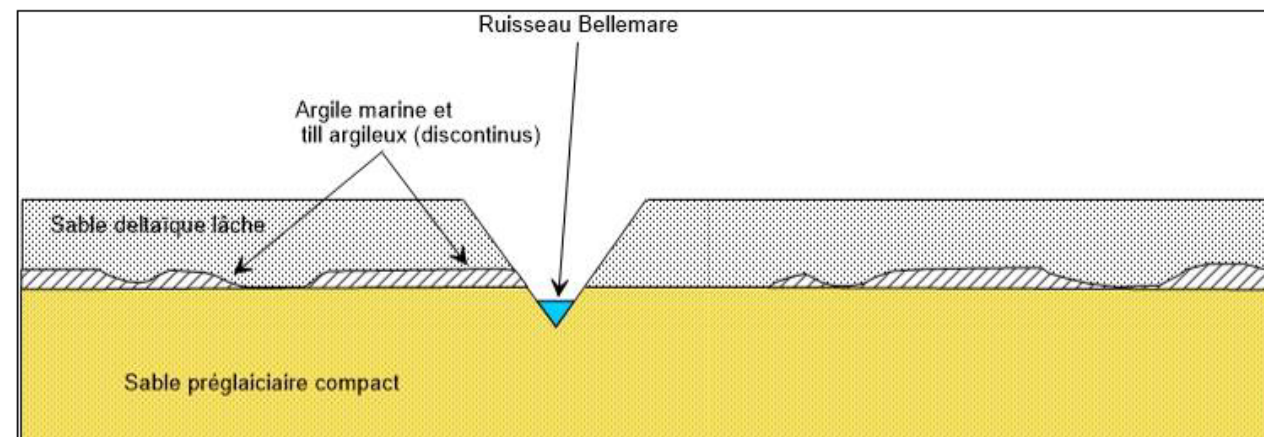


Figure 3: Stratigraphie des berges du ruisseau Bellemare dans le secteur du chemin des Pins



Figure 7 : Doline observée en 2018 dans les sols naturels, en sommet de talus sur la rive droite du ruisseau Bellemare.

Chemin des Pins

2^e avis technique du MTMD (12 mars 2020)

- Des analyses ont permis de constater l'existence d'autres dolines similaires ailleurs le long de la rivière Saint-Maurice et du ruisseau Bellemare de part et d'autre du chemin des Pins.
- La formation de cavités naturelles dans les dépôts de sable semble donc un phénomène courant dans ce secteur.

« Les investigations réalisées par la DGG ont permis de déterminer que les effondrements sont associés à un phénomène de suffosion dans les sols sableux qui sont présents sur les berges du ruisseau Bellemare. »

« L'analyse de la situation révèle donc que le chemin des Pins est susceptible d'être affecté de façon naturelle par de nouveaux effondrements imprévisibles dans le futur. »

- Le MTMD et le MSP continuent de suivre l'évolution de la situation et s'il y a un risque pour d'autres citoyens, ils vont investiguer.

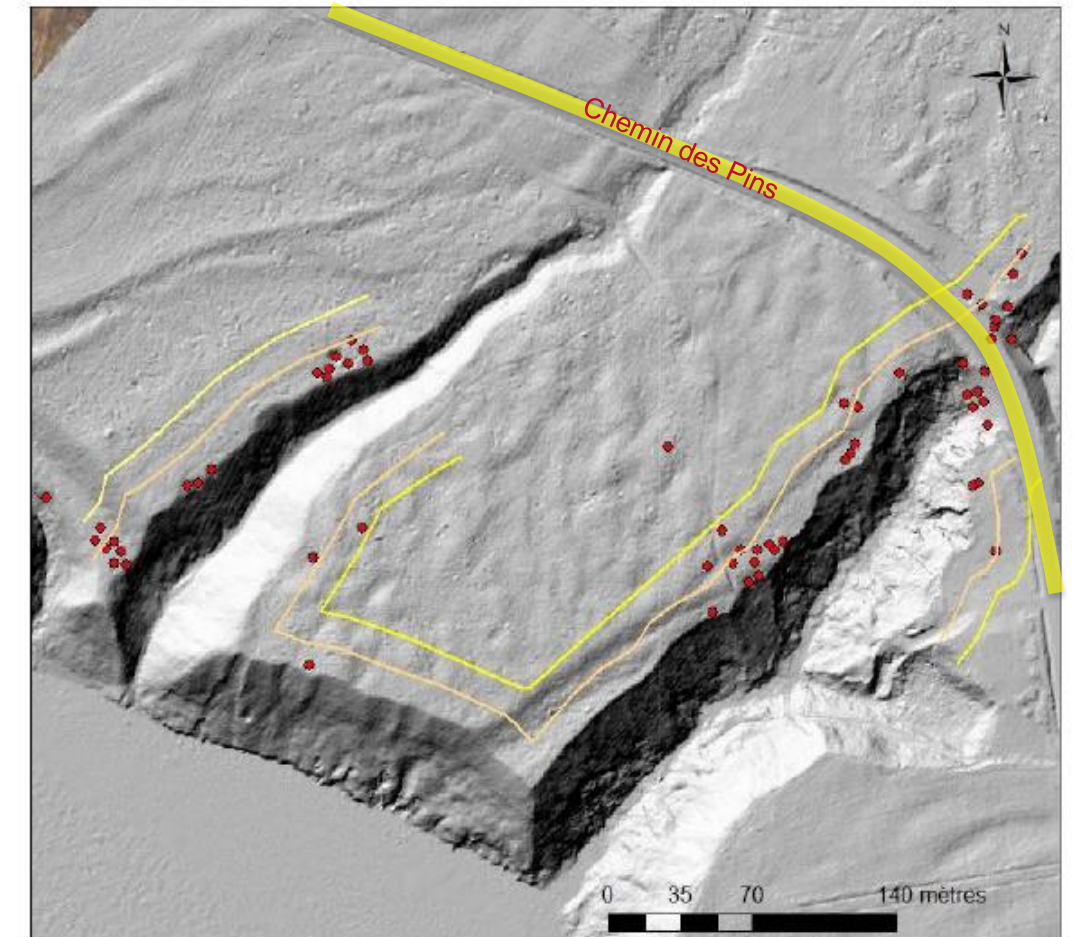


Figure 12 : Modèle numérique de terrain provenant du relevé lidar réalisé en 2011. Les dolines identifiées sont indiquées en rouge. Les traits orange et jaune sont tracés approximativement à 15 et 30 mètres du rebord des talus.

Chemin des Pins

Conférence téléphonique

Extrait de courriel du MTMD :

« Nous considérons que la situation représente un danger pour ces usagers de la route (piétons et cyclistes) et nous recommandons que des mesures supplémentaires soient prises par la Ville pour assurer la sécurité des lieux. À cet effet, l'étanchéité du périmètre de sécurité pourrait être améliorée et de la signalisation pourrait être ajoutée pour les cyclistes. »

N. B. Ce ne sont pas les trous qu'on voit qui nous inquiète, mais ceux qu'on ne voit pas.

Chemin des Pins

Solutions envisagées

Solution 1 : déplacement de la route

Avantage :

- Conservation du lien de part et d'autre du ruisseau Bellemare.

Inconvénients :

- Construction de plusieurs centaines de mètres;
- Acquisition de terrain obligatoire (propriétés privées);
- Le tracé serait en zone agricole (CPTAQ);
- Aucune garantie pour la sécurité des usagers à long terme.

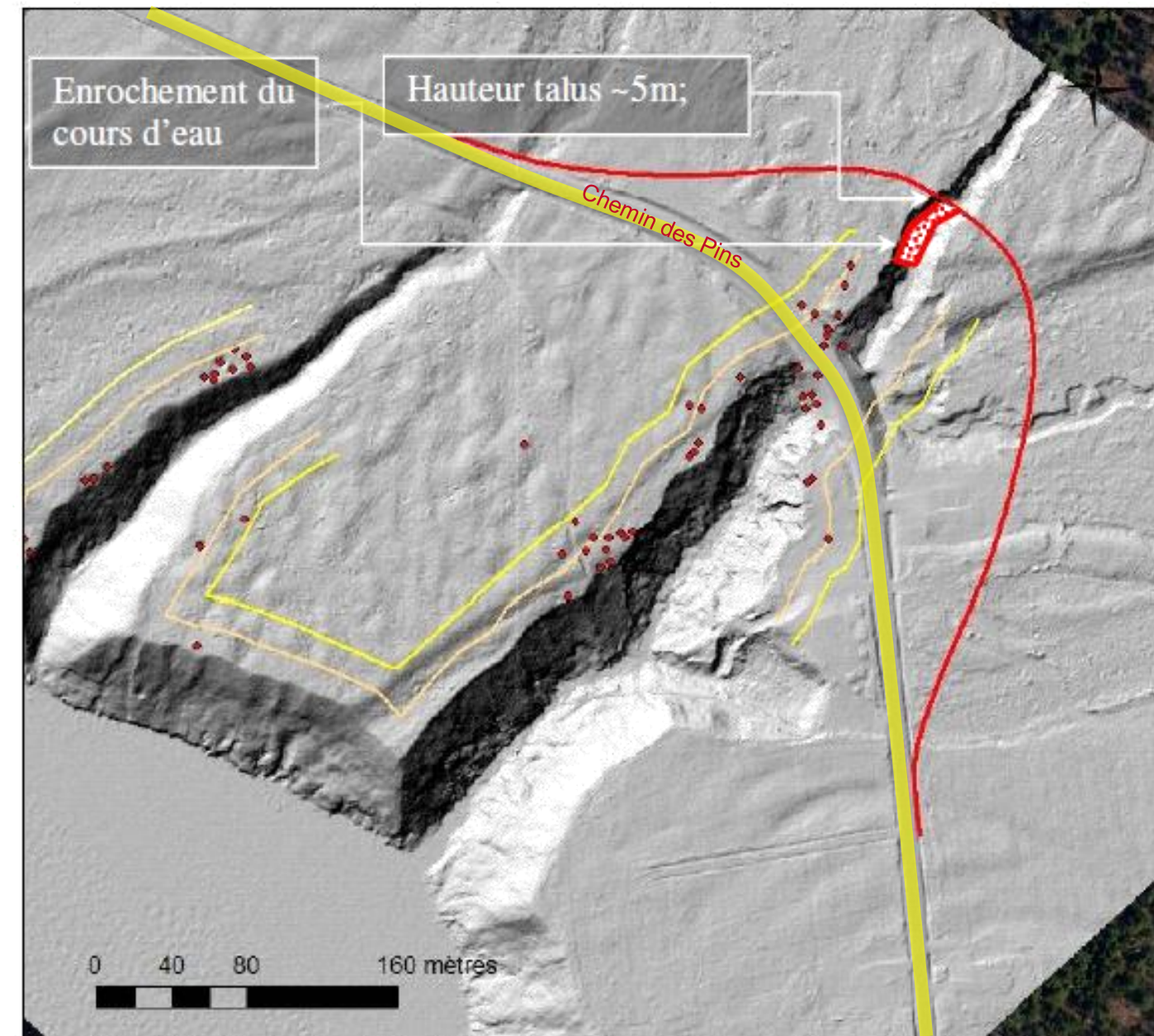


Figure 19: Exemple de tracé de contournement (rouge) de la zone exposée au danger d'effondrement. À titre indicatif seulement.

Chemin des Pins

Solutions envisagées

Solution 2 : abaissement du profil de la route

Avantage :

- Conservation du tracé actuel du chemin des Pins.

Inconvénients :

- Acquisition de terrain obligatoire (propriétés privées);
- Aucune garantie pour la sécurité des usagers à long terme.

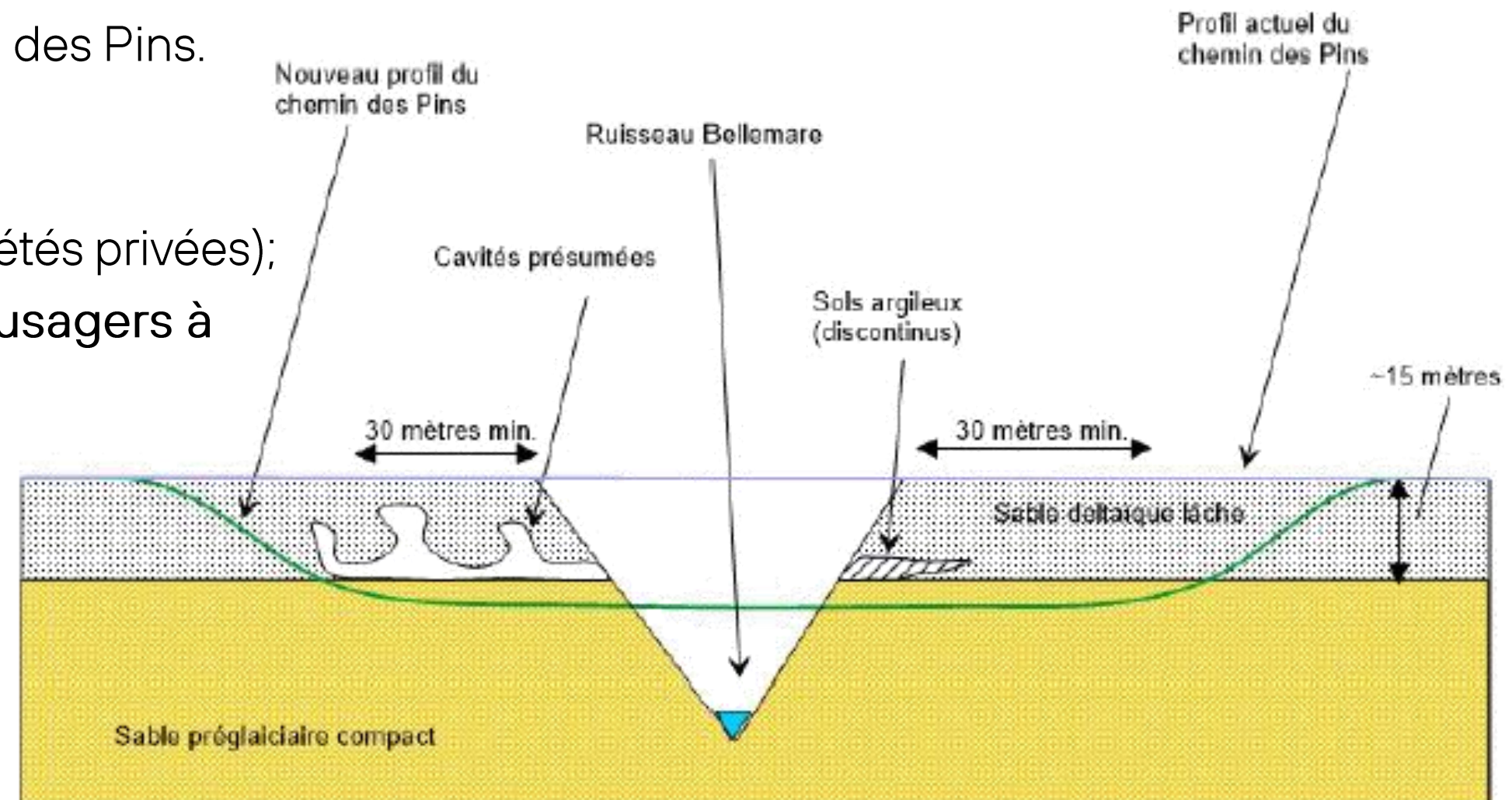


Figure 20: Schéma de la solution par rabaissement du profil de la route. trois-rivières

Chemin des Pins

Solution finale sécuritaire

Solution 3 : fermeture du chemin des Pins

Construction de cercles de virage à environ 110 mètres du cours d'eau Bellemare (exigence du MTMD).

Avantages :

- Solution viable à long terme;
- Sécurité du milieu, des usagers et de la population.

Inconvénient :

- Fermeture du lien.



Historique des événements

Depuis le 5 octobre 2020



Chemin des Pins

Historique des événements

- Novembre 2020 : rencontre entre le Cabinet du maire et certains citoyens pour évaluation des coûts du scénario d'abaissement de la route;
- Janvier 2021 : rencontre entre MSP et V3R pour aide financière supplémentaire;
- Février 2021 : rencontre entre fonctionnaires et certains citoyens pour suivi du dossier;
- Février 2021 : octroi d'un mandat à Stantec pour estimation préliminaire des coûts d'abaissement du chemin;
- Mars 2021 : rencontre de mise à jour entre fonctionnaires et certains citoyens pour le résultat de l'analyse de Stantec;
- Juin 2021 : autre demande à Stantec pour réviser l'estimation des coûts en augmentant les pentes;
- Juillet 2021 : rencontre entre le Cabinet du maire, Stantec et certains citoyens pour la deuxième note technique de Stantec.

Historique des événements

- Décembre 2021 : rencontre avec la nouvelle conseillère Mme Auclair pour présentation de l'historique du dossier;
- Décembre 2021 : inscription au PFI d'un montant d'argent pour étudier d'autres scénarios de réouverture;
- Mai 2022 : rencontre du conseil pour l'octroi du mandat d'élaboration des différents scénarios à la firme EMS Infrastructure;
- Décembre 2022 : livraison de l'étude de EMS Infrastructure;
- Janvier 2023 : présentation des résultats de l'étude de EMS Infrastructure au conseil;
- Mars 2023 : présentation citoyenne des résultats de l'étude de EMS Infrastructure et décision finale du conseil.

Présentation du rapport de EMS Infrastructure





Des solutions de génie
À tous vos besoins

Département infrastructure

PROPOSITION ET ANALYSE DE SOLUTIONS POUR LA RÉOUVERTURE DU CHEMIN DES PINS

DIRECTION DU GÉNIE

DIVISION CONCEPTION ET RÉALISATION

VILLE DE TROIS-RIVIÈRES

REF. V3R 6000-20-019

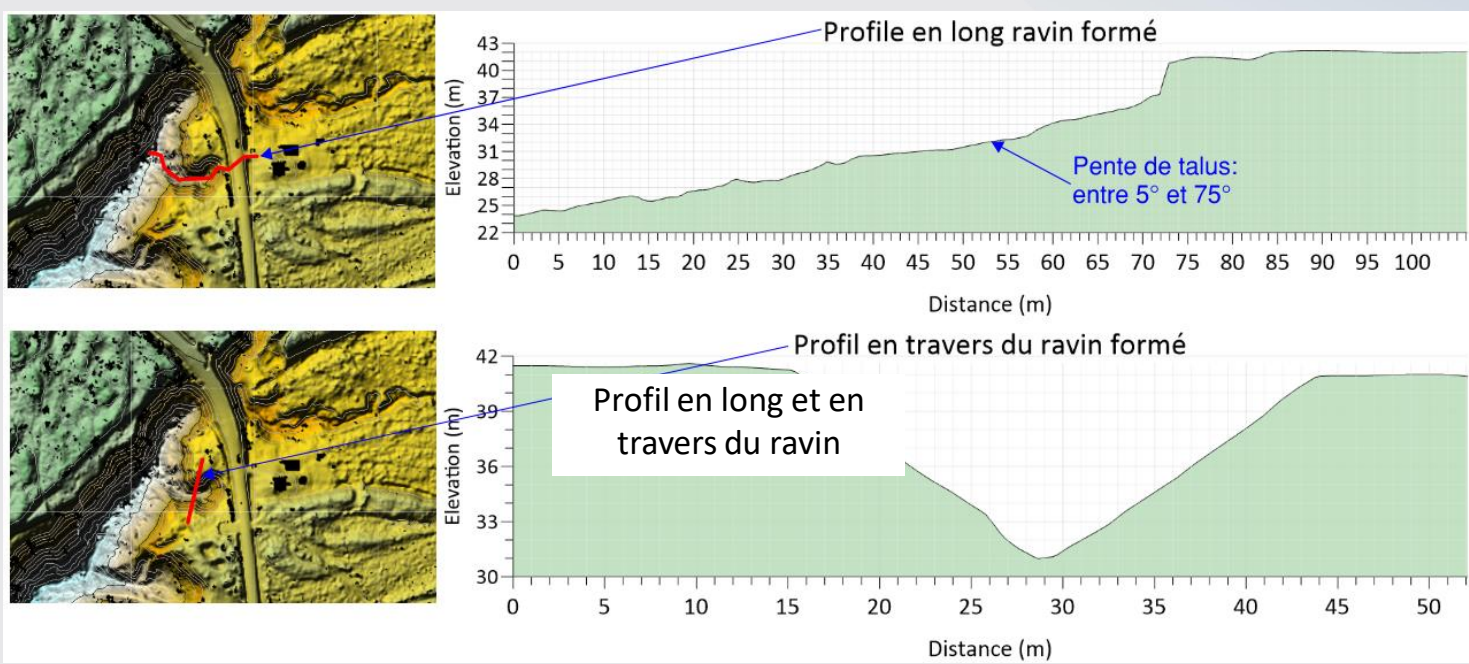
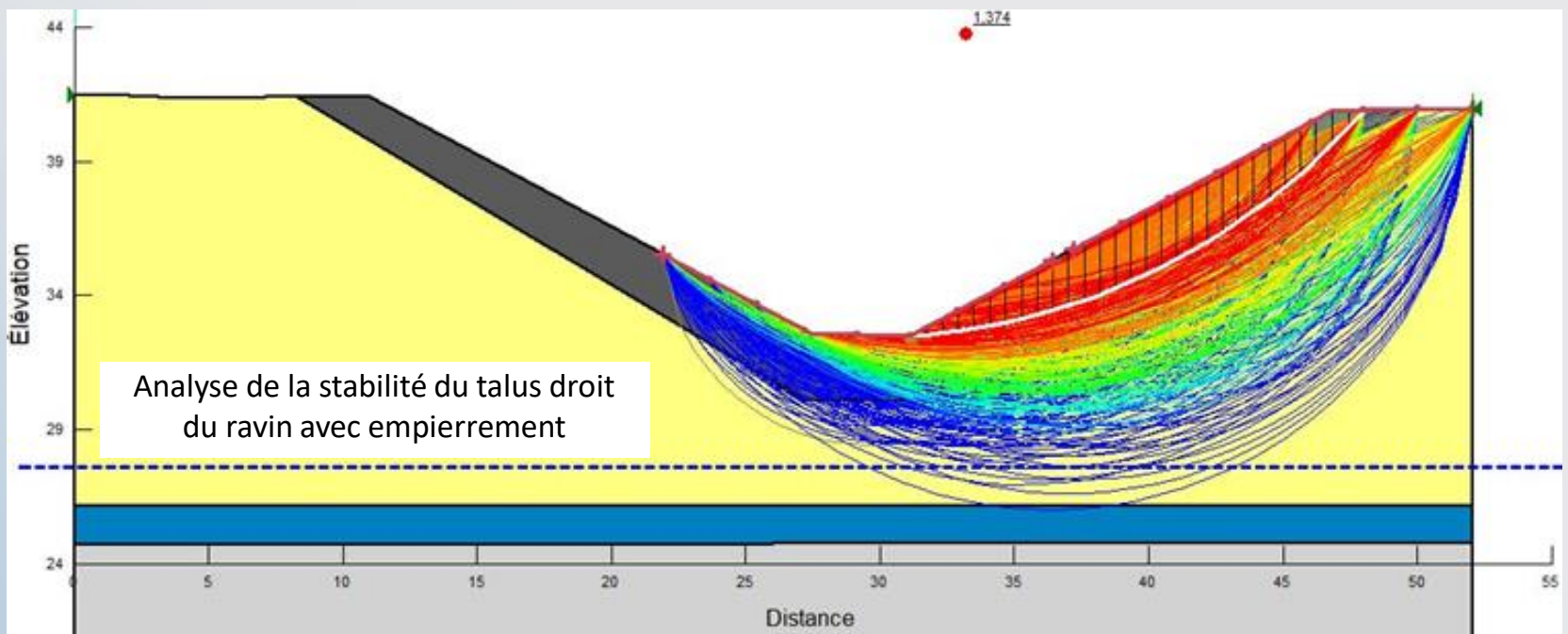


15 mars 2023

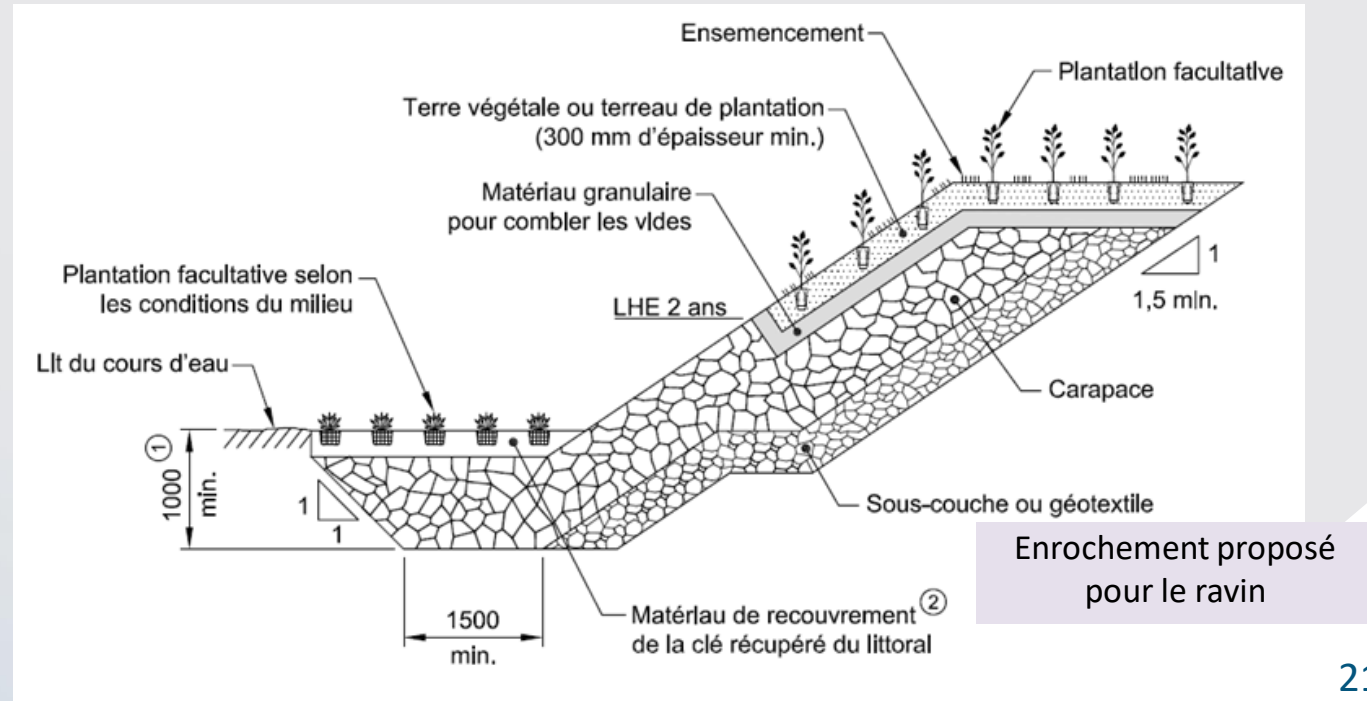
Analyse géotechnique de l'état actuel du ravin érodé

Stabilisation du ravin par un enrochement

- Quelque soit la solution retenue pour maintenir le lien routier, nécessité de stabiliser le talus érodé et de limiter la progression du ravin



- Analyse de la stabilité et déduction des caractéristiques de l'enrochement
 - Estimation financière préliminaire pour la stabilisation du ravin: 2,8 M\$



Solutions proposées pour la réouverture du chemin des Pins (autres que celles du MTQ)

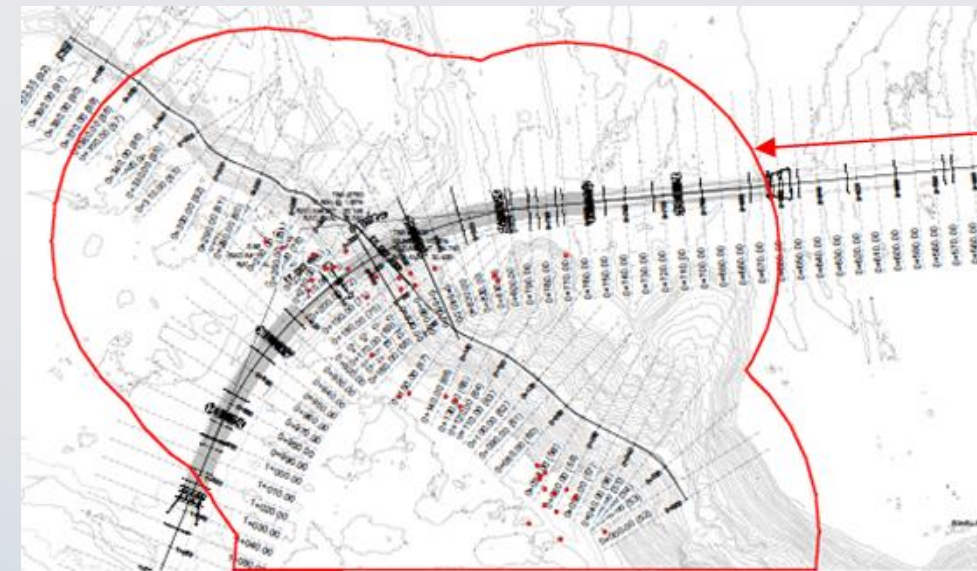
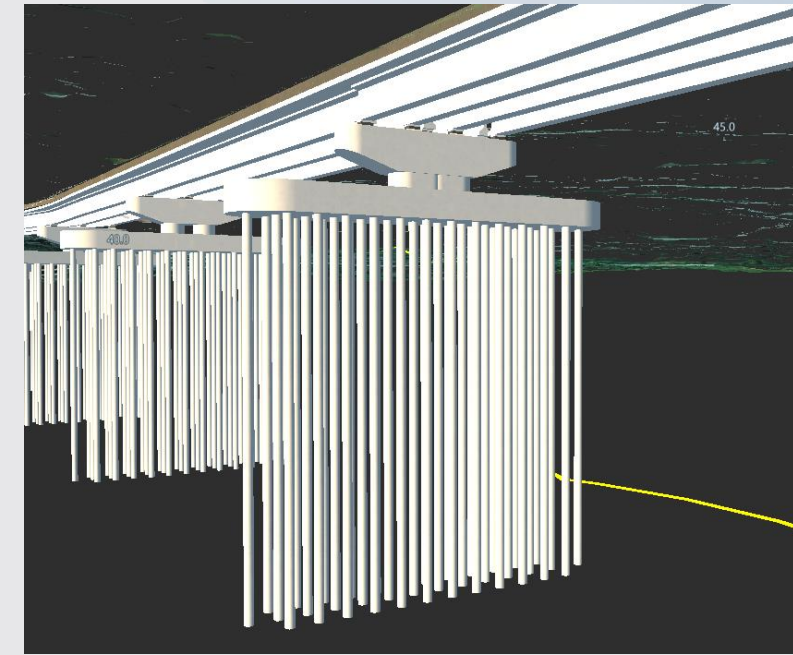
Solution 1 : construction d'un pont sur pieux

- Distance minimale sécuritaire (zone tampon) requise de 110 m du sommet des ravins (avis technique MTQ)
→ Longueur structure routière à refaire 370 m linéaires (2 voies 10 m de large avec approche de 40 km/h au pont)

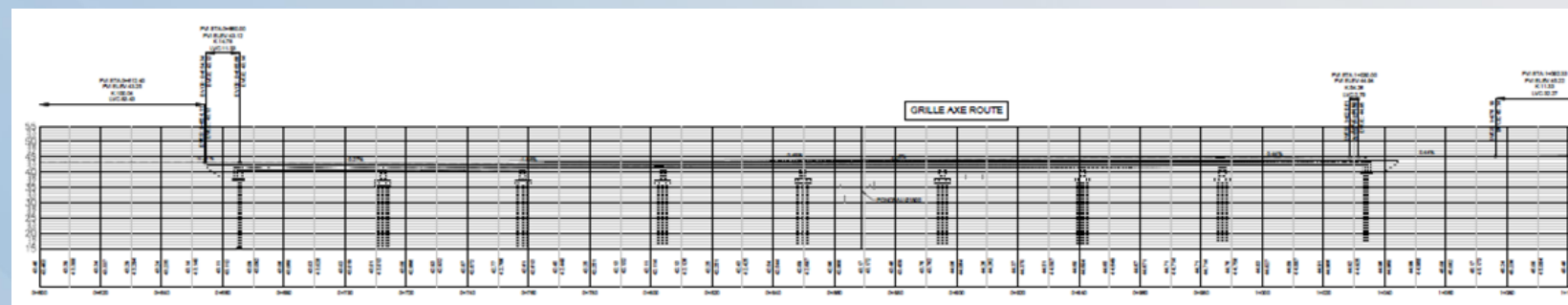


Solution 1: construction d'un pont sur pieux

- Géométrie et gabarit du pont:
 - Pont de 370 m en béton armé composé de 7 piles de 12 pieux réparties sur 3 rangées et culée aux extrémités avec 3 pieux de 20 m prof/culée;
 - Travée de 47,5 m composées de 4 poutres incurvées en BA et 1,8 m de ht;
 - Dalle de tablier continue et incurvée de 11,7m larg. pour 0,3 ép;
 - 2 voies de circulation de 3,4 m larg. et accotement de 2 m larg.;
 - Vitesse de conception 40 km/h.
- Estimation financière préliminaire:
 - 48,193 M\$



En rouge, la limite de la zone tampon de 110m (ou de sécurité) des effondrements observés

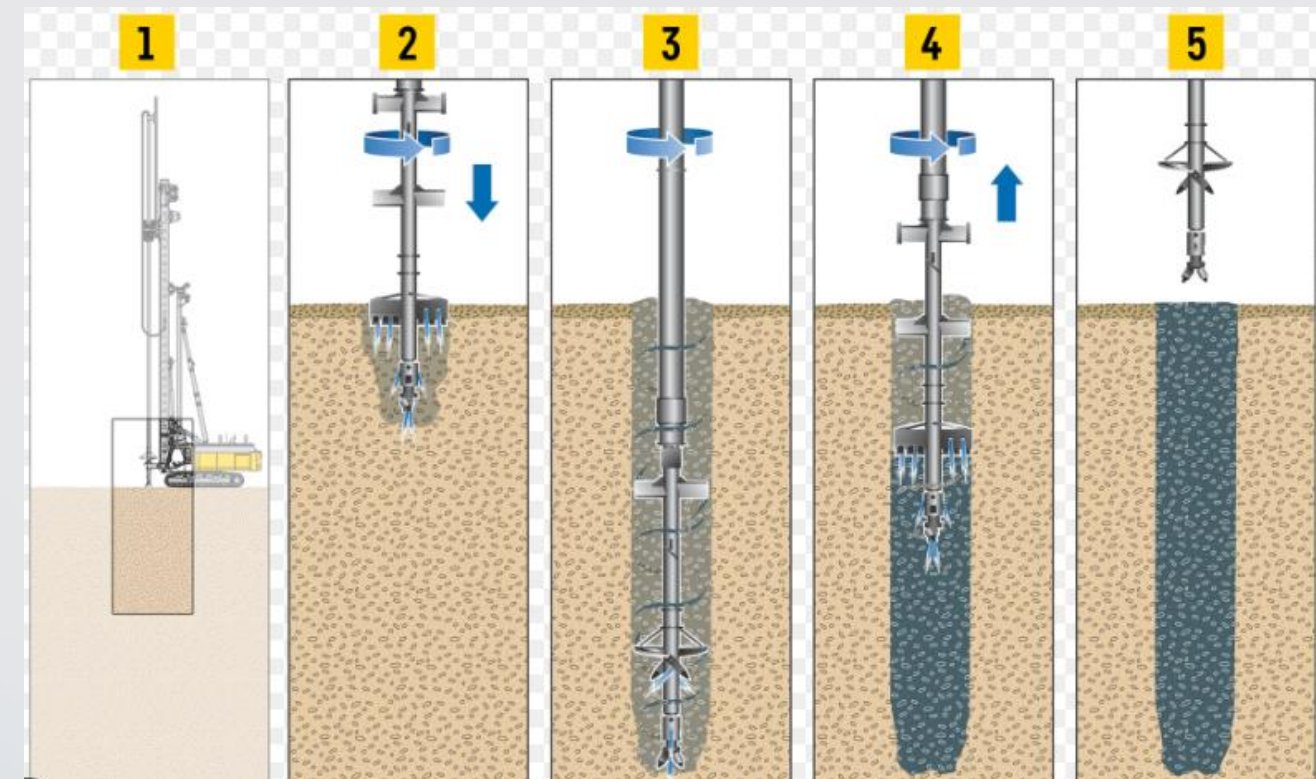


Solution 1 : construction d'un pont sur pieux

- Enjeux de circulation :
 - Analyse requise de la vitesse d'approche au pont;
 - Virage serré avec accotement pour les piétons;
 - Le chemin des Pins est une route rurale avec vitesse de 70 km/h;
 - Vitesse de conception de 40 km/h à confirmer par une analyse complète.
- Contrainte d'un projet de :
 - Coût de construction élevé et expropriation requise;
 - Impact environnemental notable requérant une autorisation ministérielle (vertu LQE);
 - Étude complète requise: géotechnique, hydraulique, hydrologique, écologique, etc.
- Situation à l'ultime
 - Fondation profonde avec pieux, mais présence de couches géologiques peu stables;
 - À long terme couches géologiques subissent des glissements de terrain, des déchaussements et des tassements différentiels;
 - Pas de garantie de s'affranchir totalement des effets négatifs des phénomènes de suffusion.

Solution 2 : réfection avec mur *CUT-OFF*

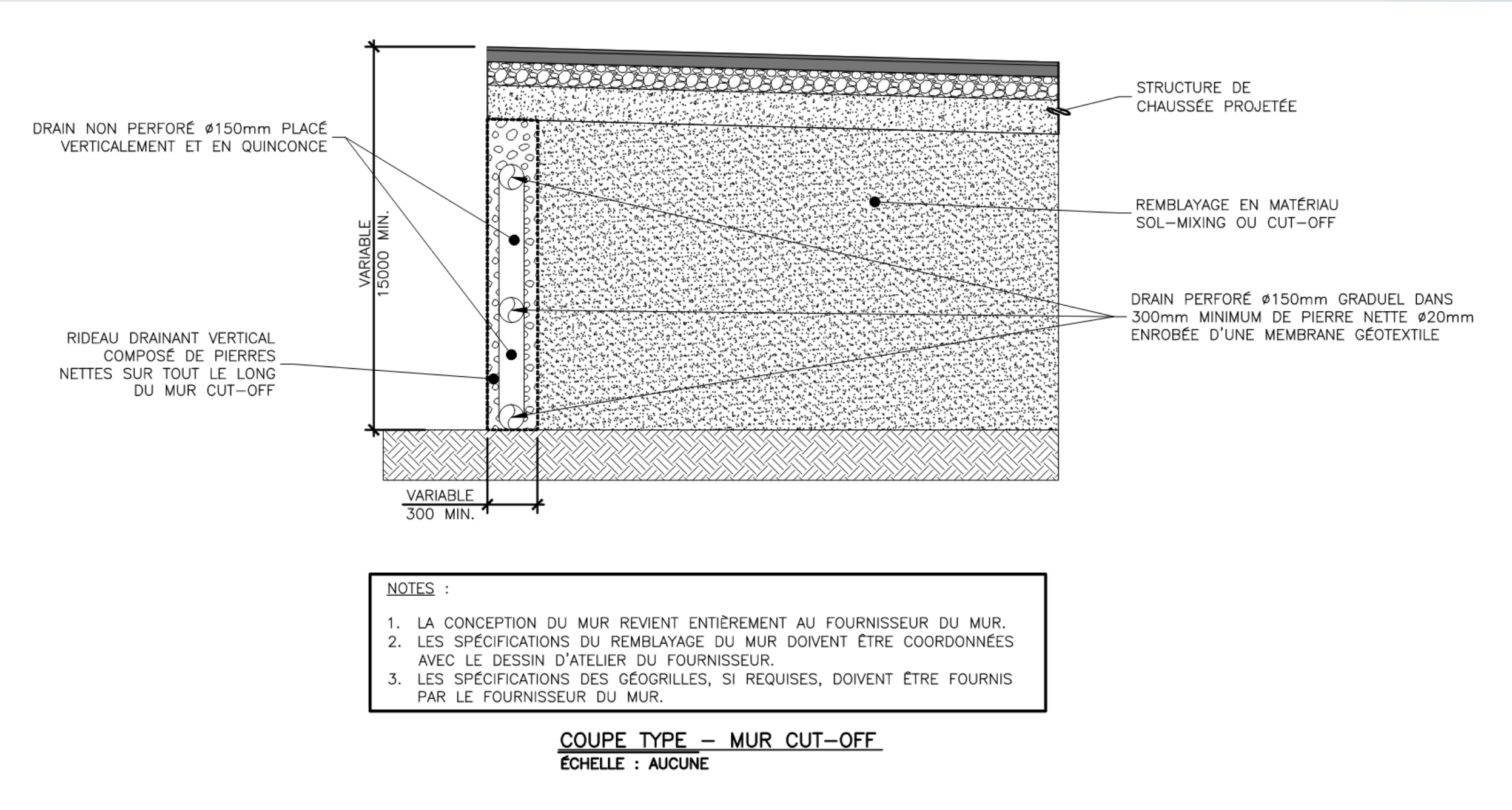
- Principe du mur *cut-off* (ou *deep-soil-mixing*) :
 - Injection d'un mélange ciment-liant-sol in-situ dans la portion de l'infrastructure routière susceptible d'être impactée directement par les phénomènes de suffosion;
 - On vise la coupure du cheminement hydraulique souterrain;
 - Application, dans les fondations de l'infrastructure routière touchées par les effondrements, d'un coulis cimentaire pour rigidifier, lier, et diminuer fortement la perméabilité;
 - On obtient un béton naturel de faible capacité (entre 2 MPa et 5 MPa de résistance).



Solution 2 : réfection avec mur *CUT-OFF*

- Gestion des écoulements souterrains avec le mur *cut-off* :
 - 370 m linéaires de route;
 - Bande d'injection de 5 m larg. et 15 m prof.;
 - Rideau drainant vertical de 300 mm ép. de pierre nette et 15 m + géotextile;
 - Conduite drainante pour résurgence dans le ruisseau Bellemare avec enrochement au point de rejet.
- Estimation financière préliminaire :
 - 16,576 M\$

Solutions 2 : réfection avec mur *CUT-OFF*

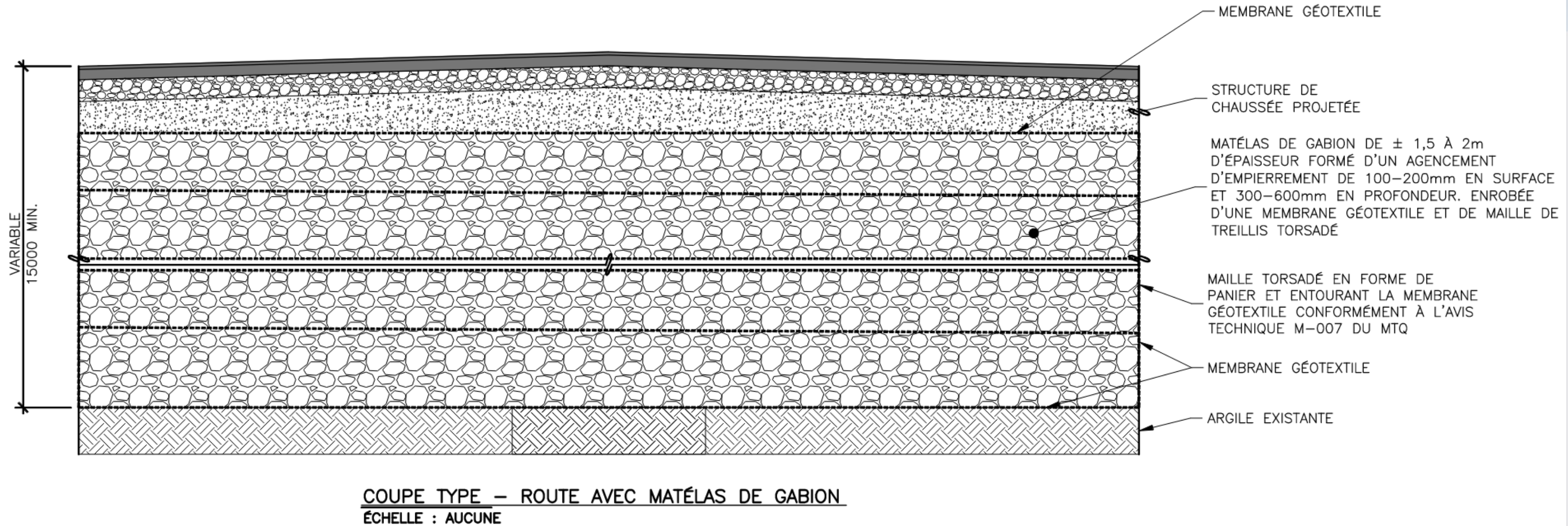


Solution 3 : réfection avec matelas de gabions

- Gestion des écoulements souterrains avec les matelas de gabions:
 - Excavation du sable naturel lâche sur sa pleine profondeur (15 m) sur une distance 370 m;
 - Utilisation de roches granitiques;
 - Enrochement se ferait de Ø300-600 mm graduellement vers Ø100-200 mm;
 - Membrane géotextile en intercalaire;
 - Circulation de l'eau souterraine sans entrave (pas de modification) de l'écoulement (eau transite entre les vides de l'enrochement).
- Estimation financière préliminaire :
 - 11,337 M\$



Solution 3 : réfection avec matelas de gabions



Avantages et inconvénients des solutions proposées

Solution

Pont avec fondation profonde sur pieux

Avantages

- Phénomènes de dolines pratiquement sans effet sur l'ensemble du pont et des pieux (à confirmer par l'étude géotechnique);
- Durée de vie nominale longue de 75 ans au moins;
- Structure solide et facile à construire (par rapport à un pont suspendu, en arc, à hauban, etc.);
- Large choix dans les matériaux de construction (acier, béton, aluminium);
- Pratiquement pas de vibration;
- Peu d'entretien et fermeture partielle si entretien.

Solution

Pont avec fondation profonde sur pieux

Inconvénients

- Nombreuses études multidisciplinaires complètes requises;
- Délais d'exécution des travaux très longs;
- Coût des travaux très élevé (**+/- 48 M\$**);
- Expropriation nécessaire de certaines résidences;
- Reconstruction du ponceau existant et déplacement des services publics;
- Auscultation périodique du pont et vérification régulière des points d'appui;
- Portée limitée à la résistance des poutres.

Solution

Mur cut-off ou deep soil mixing

Avantages

- Phénomène de doline sans effet sur l'infrastructure de la chaussée;
- Méthode peu invasive selon les caractéristiques souhaitées;
- Durable à court et moyen termes, l'effet à long terme doit être déterminé par les études hydrogéologique et géotechnique;
- Délai d'exécution raccourci.

Solution

Mur cut-off ou deep soil mixing

Inconvénients

- Études hydraulique, hydrogéologique et géotechnique complètes requises;
- Coût de travaux élevé (**+/- 17 M\$**);
- Mobilisation d'équipement important et imposant « batching plant » (outils de malaxage, tarières, lames, tête rotative, etc.);
- Nombreux essais de contrôle et protocole sur site pour les travaux d'injection en cours;
- Reconstruction du ponceau existant et déplacement des services publics,
- Tassement différentiel possible à long terme;
- Risque de déplacer le problème ailleurs, études complémentaires requises.

Solution

Matelas de gabions

Avantages

- Phénomène de doline sans effet sur l'infrastructure de la chaussée;
- Durable à court et moyen termes.

Solution

Matelas de gabions

Inconvénients

- Étude hydraulique, hydrogéologique et géotechnique complète requise;
- Délai d'exécution élevé;
- Coût de travaux élevé (**+/- 12 M\$**);
- Reconstruction du ponceau existant et déplacement des services publics;
- Auscultation périodique requise;
- Tassement différentiel possible à long terme;
- Les phénomènes de doline peuvent affecter les terrains voisins et probablement à long terme la chaussée elle-même;
- Méthode d'excavation très invasive avec mobilisation d'énormes quantités de roches.

Conclusion et recommandations

Conclusion et recommandations

Estimations préliminaires ci-dessous :

- Construction d'un pont sur pieux :
 - 48,2 M\$ avant taxes
- Installation d'un mur cut-off
 - 16,6 M\$ avant taxes
- Installation de matelas de gabions :
 - 11,4 M\$

Les solutions ci-dessus ne garantissent pas à long terme de s'affranchir complètement des phénomènes de suffosion naturels.

Les solutions doivent être accompagnées d'une stabilisation du talus à 2,8 M\$.

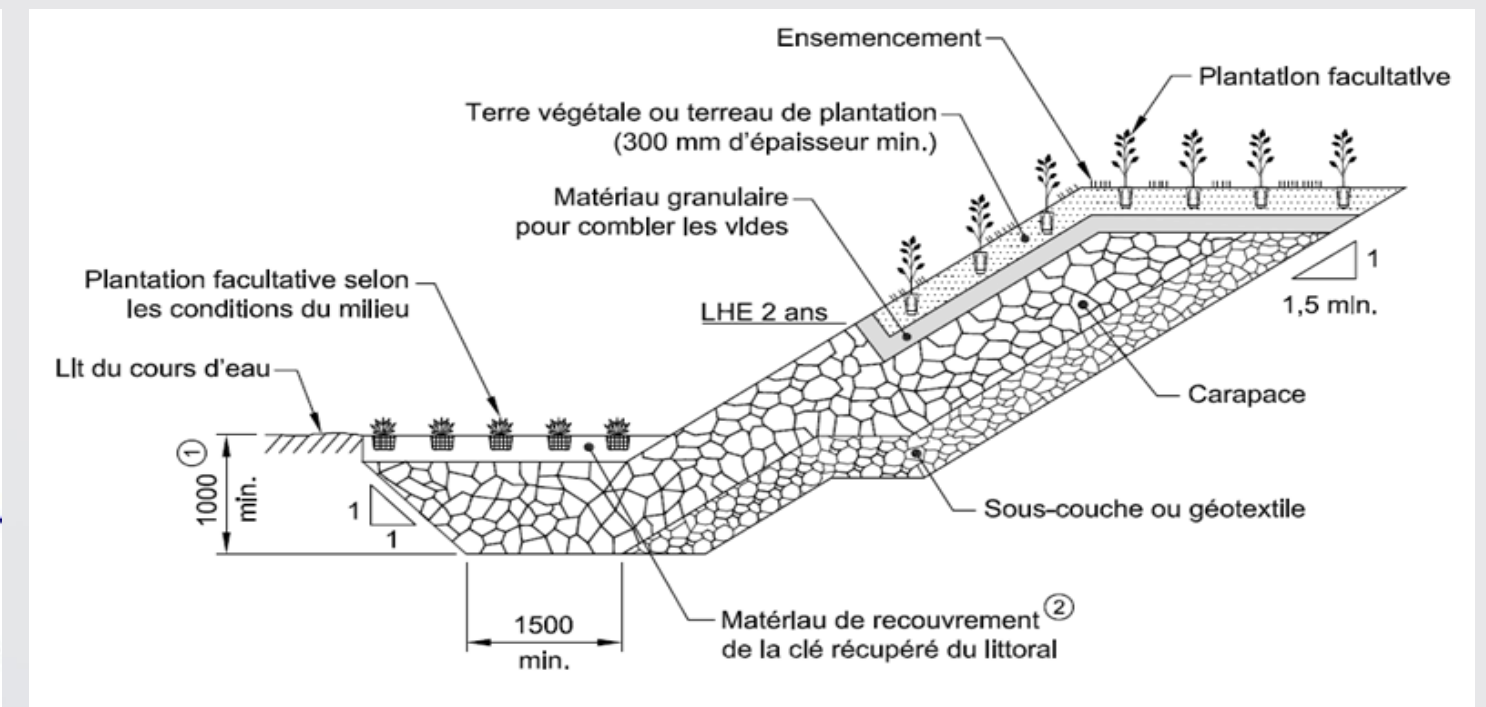
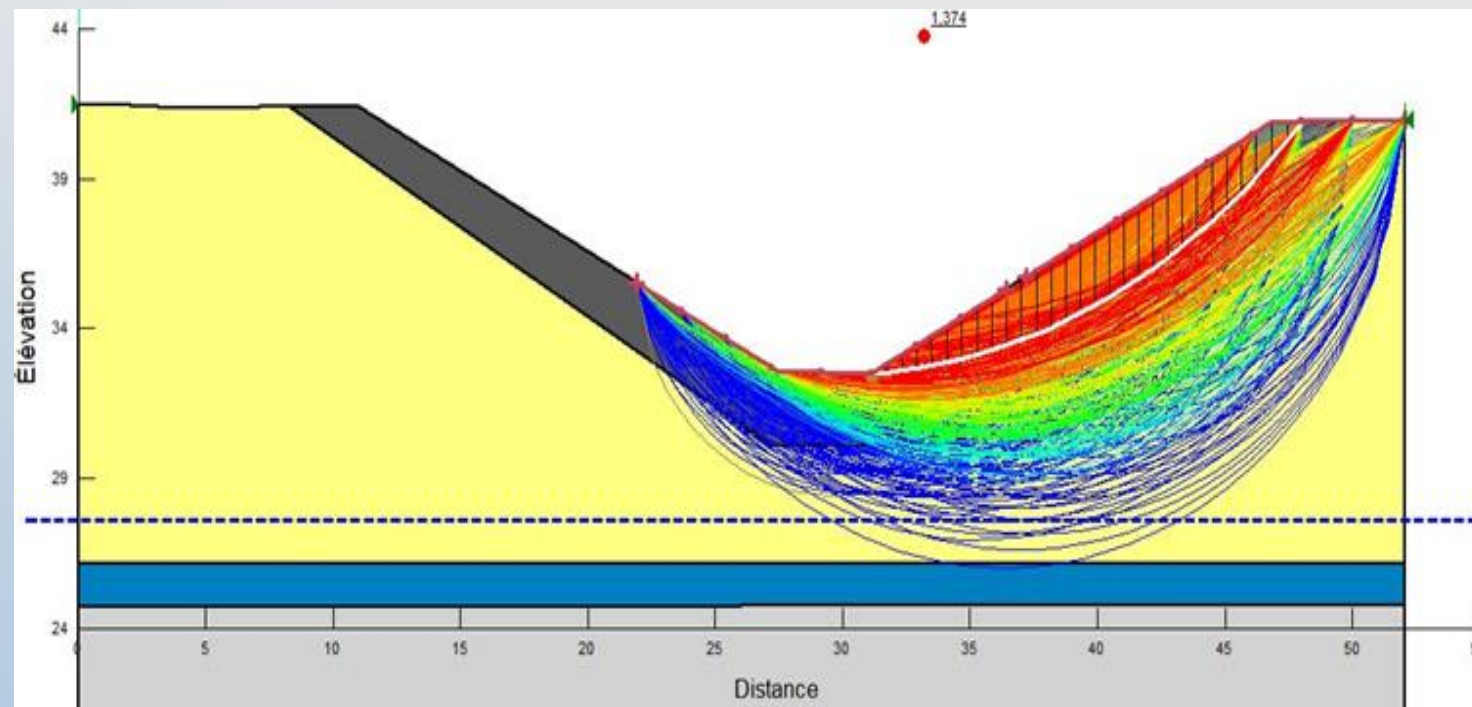
Plusieurs études sont requises:

- ✓ Étude géotechnique
- ✓ Étude hydraulique
- ✓ Étude hydrogéologique
- ✓ Étude environnementale
- ✓ Arpentage
- ✓ Autorisation ministérielle
- ✓ Etc.

Conclusion et recommandations

Mise en place de ronds-points et fermer le lien routier : +/- 201 000 \$

Suite à la mise à en place des ronds-points, la Ville peut (si nécessaire) effectuer des travaux de stabilisation du talus: +/- 2,8 M\$

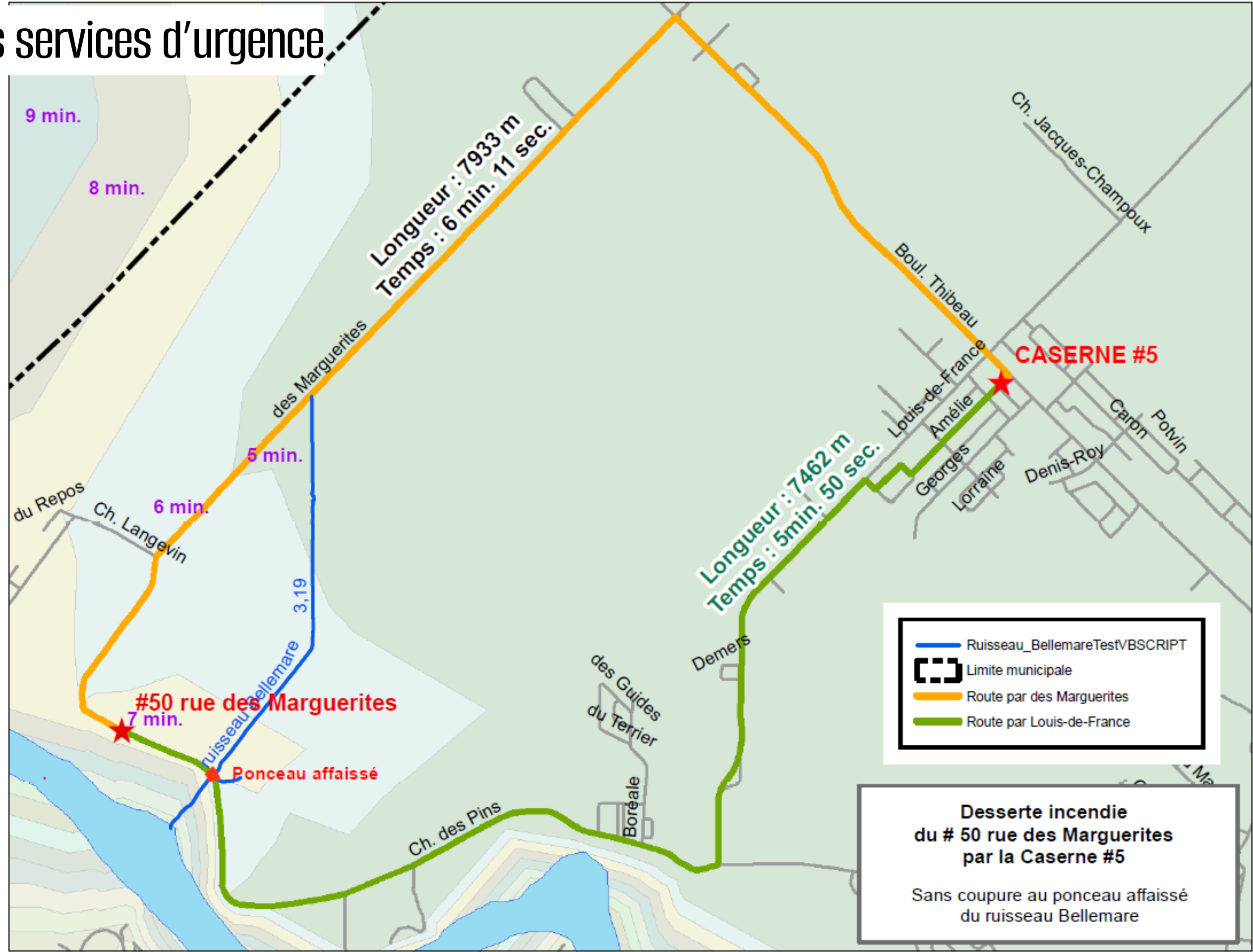


Réponse des services d'urgence

41



Réponse des services d'urgence



Desserte incendie
du # 50 rue des Marguerites
par la Caserne #5

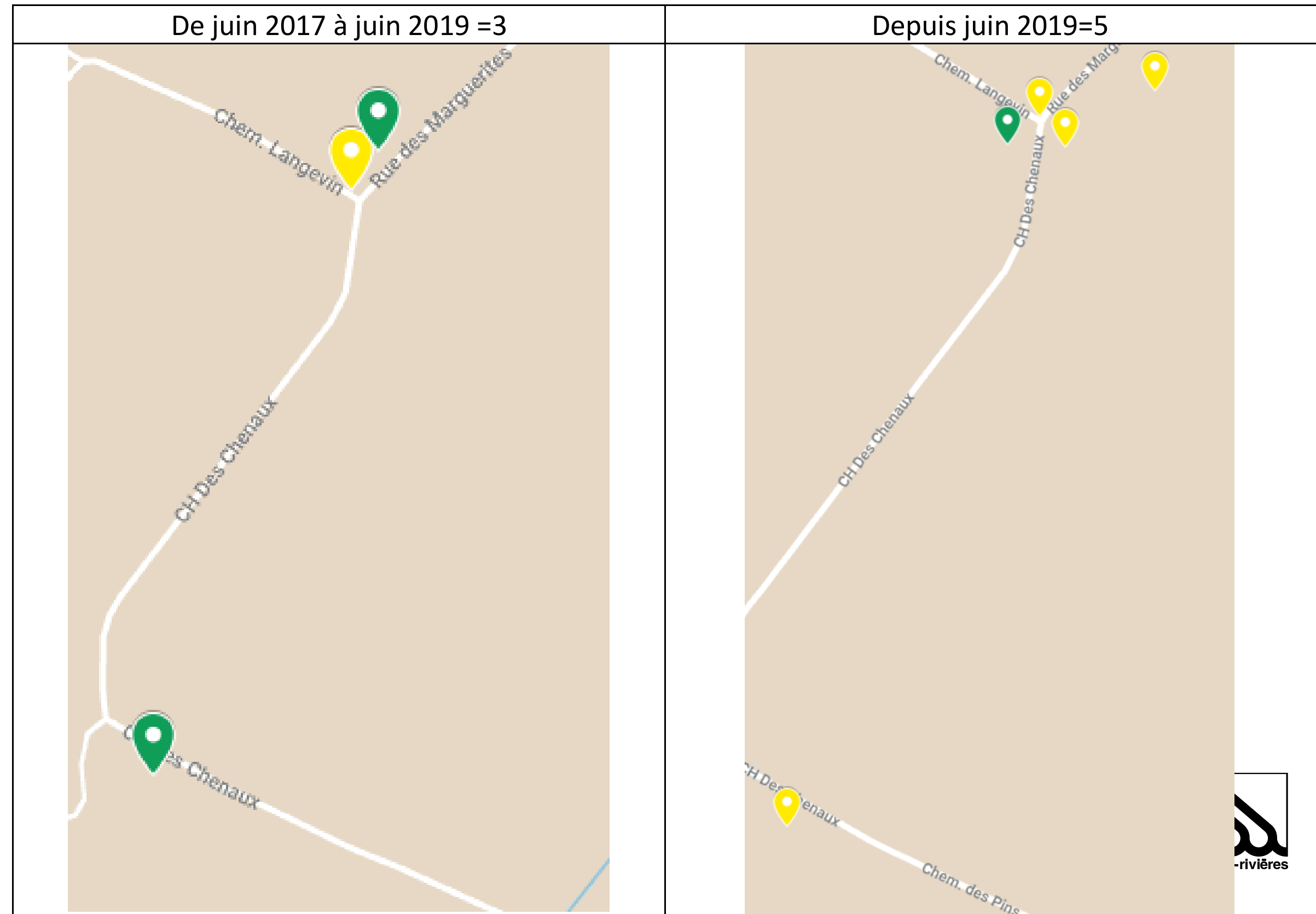
Sans coupure au ponceau affaissé
du ruisseau Bellemare



Appels à la police

Code de couleur

- **Rouge** = priorité 1
- **Orange** = priorité 2
- **Jaune** = priorité 3
- **Vert** = priorité 4

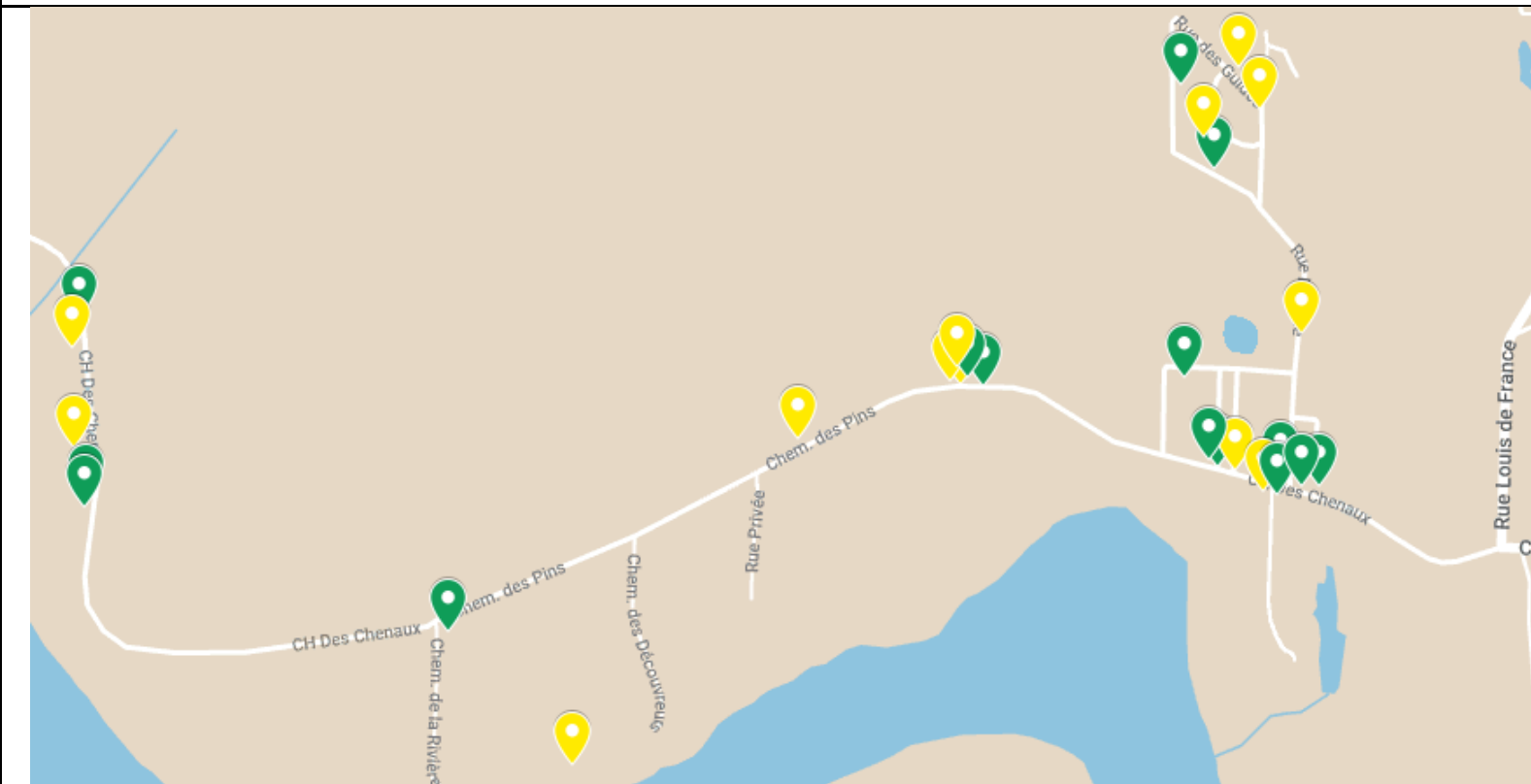


Appels à la police

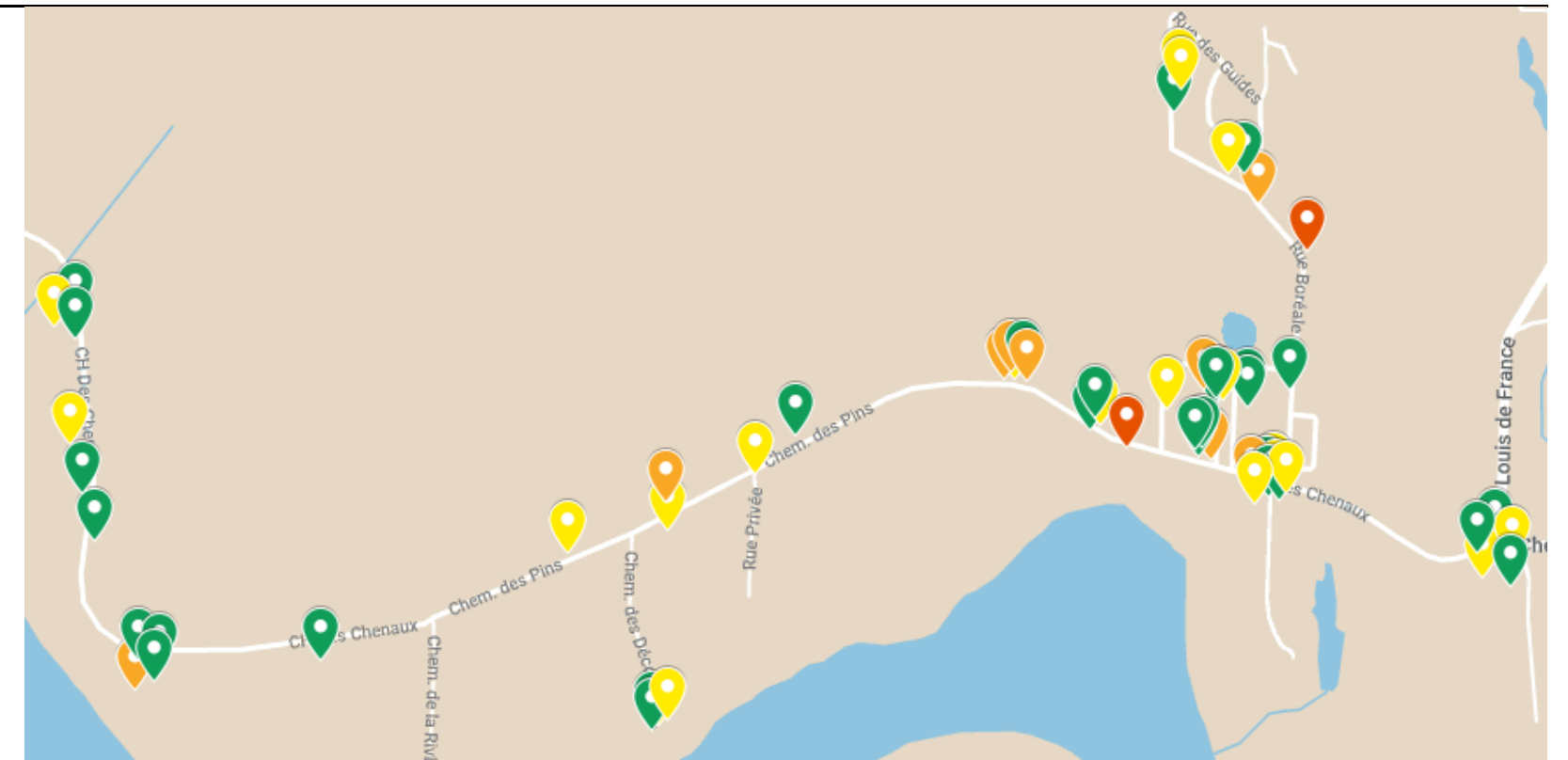
Code de couleur

- **Rouge** = priorité 1
- **Orange** = priorité 2
- **Jaune** = priorité 3
- **Vert** = priorité 4

De juin 2017 à juin 2019=28



Depuis juin 2019=63



Possibilité d'aménagement d'une voie de contournement



Chemin des Pins

Possibilité d'aménagement d'une voie de contournement

- Scénario déjà discuté dans l'avis technique du MTMD et non retenu par le conseil;
- La construction d'une voie de contournement n'est pas conforme à la réglementation municipale (schéma d'aménagement). La modification du schéma d'aménagement afin de rendre cette action conforme nécessite une autorisation du MAMH;
- Une fois la construction autorisée dans les règlements municipaux, il serait nécessaire d'obtenir l'autorisation de la CPTAQ, car ces travaux ne sont pas permis dans les zones agricoles;
- Il est très peu probable que ces deux autorisations soient obtenues puisqu'elles vont à l'encontre des orientations gouvernementales en aménagement du territoire.

Décision du Conseil



Chemin des pins

Décision du Conseil

- Fermeture définitive du chemin des Pins;
- Inscription au PTI 2024-2025-2026.



Suites au dossier



Chemin des Pins

Étapes suivantes

- Appel d'offres (automne 2023);
- Construction cercles de virages (printemps/été 2024).



Questions