



R A P P O R T

du Conseil communal au Conseil général de la Ville et Commune de Boudry relatif à une demande de crédit d'engagement de CHF 770'000.00 pour la stabilisation du versant Marfaux

Résumé

Le présent rapport explique l'importance de la réalisation des travaux de stabilisation des talus du versant Marfaux. Il est la suite du crédit d'étude voté par le Conseil général le 13 décembre 2021.

Rapport n° : CG-7501.100-1

Date : 15 mai 2023

Dicastère : Travaux publics et Aménagement du territoire

Monsieur le Président du Conseil général,
 Mesdames et Messieurs les membres du Conseil général,

Le versant Marfaux, situé entre le pont Jean-Jacques Rousseau et le chemin des Repaires à Boudry, est affecté par des instabilités de terrain depuis plus de 30 ans. En septembre 2014, une accélération rapide de l'ouverture d'une fissure à l'angle nord-est de la ruelle Marfaux, a provoqué la mise en œuvre de mesures de soutènement d'urgence durant l'hiver 2014/2015. Suite à cet événement, la Commune de Boudry a demandé à CSD Ingénieurs SA de réaliser une analyse de risque puis un avant-projet de sécurisation du versant et des berges de l'Areuse. À la demande de la Commune de Boudry, maître d'ouvrage, CSD a été mandaté pour réaliser un projet d'ouvrage de sécurisation visant à stabiliser les bâtiments sis dans la partie amont du versant, sur les parcelles n°2277 à 2394, dans le secteur est, et sous la Tour Marfaux, dans le secteur ouest.

Bien que localisé dans un site construit de grande valeur patrimoniale, répertorié aux inventaires national (ISOS), fédéral (IVS) et cantonal (RACN), ce projet de sécurisation s'impose par sa localisation (il ne peut être réalisé ailleurs qu'à l'endroit prévu), ainsi que par son intérêt prépondérant (sécurité des habitants et patrimoine historique à préserver). De plus, toutes les mesures permettant de réduire au minimum les impacts négatifs du projet sur le paysage et la nature ont été prises en compte au vu de son statut de protection.

Ainsi, la meilleure intégration paysagère possible des ouvrages de stabilisation de ce projet a été favorisée en garantissant leur fonction prioritaire et primordiale de sécurisation et en limitant autant que possible leur emprise sur le versant et leur impact sur le milieu naturel. La protection des personnes habitant les bâtiments situés en tête du versant Marfaux, ainsi que le contexte de patrimoine historique et culturel de la Tour Marfaux justifient le besoin de sécurisation à long terme de ces objets présents dans ces secteurs où le danger de glissements de terrain est avéré.

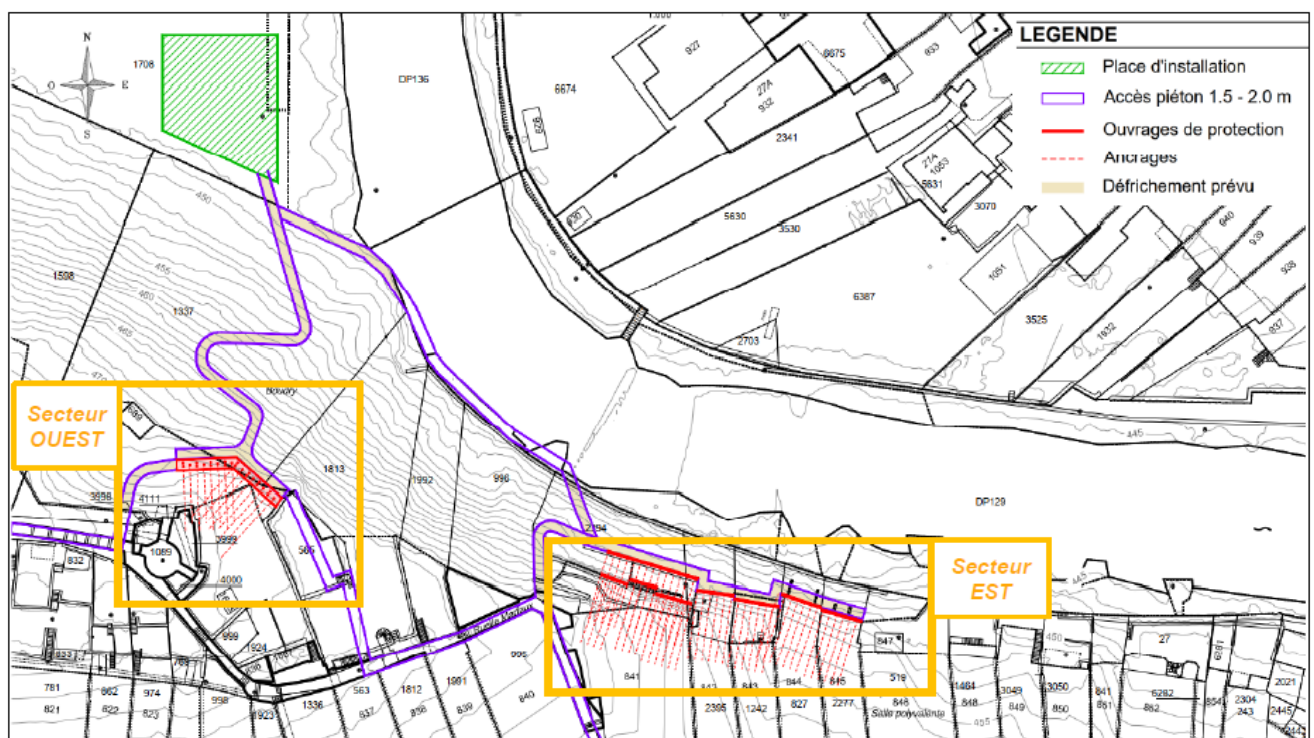


Figure 1 : Situation du versant Marfaux et des secteurs à sécuriser (entourés en jaune).

Plusieurs bâtiments du secteur Marfaux se trouvent en tête d'un versant raide, dont la pente moyenne est d'environ 30 à 45°. Ce versant présente une hauteur allant jusqu'à 30 m au-dessus du cours de l'Areuse, au droit de la Tour Marfaux, et celle-ci diminue progressivement vers l'est.

La morphologie de ce versant, combinée à la géologie du site rend le secteur Marfaux sensible au développement de :

- glissements de terrain peu à moyennement profonds, principalement dans les terrains meubles (moraine) et le rocher molassique altéré (épaisseur variable de l'ordre de 2 à 5 m ; alternance de grès-marneux et marnes appartenant à la Molasse Aquitaniennne) ;
- glissements permanents profonds avec une activité et des vitesses de mouvement estimées faibles, affectant les bancs rocheux molassiques, en lien avec la fracturation du massif rocheux et le surcreusement de l'Areuse (épaisseur variable estimée de l'ordre de 5 à 10 m).

Contexte hydrogéologique

Le projet de sécurisation se situe en secteurs de protection des eaux superficielles Ao et souterraines Au (figure 2), autrement dit, dans une zone comprenant théoriquement une nappe d'eau souterraine exploitable. En pratique, aucune nappe exploitable n'est présente au droit du projet. Aucune source ou captage ne sont mentionnés à proximité immédiate du site.

L'Areuse coule en pied du versant Marfaux, dans lequel les travaux sont prévus.

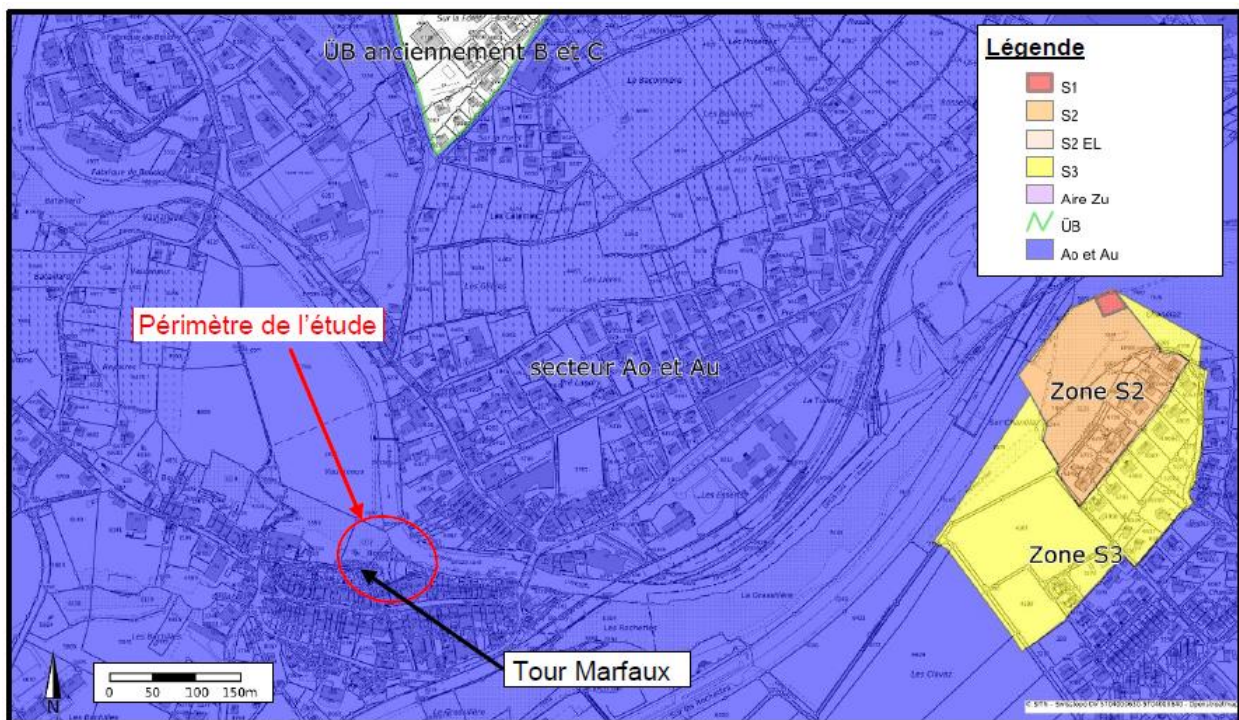


Figure 2 : Carte des zones de protection des eaux souterraines. Le secteur concerné par le projet est délimité en rouge. Source : [1].

Terrain de fondation

Le versant Marfaux est constitué principalement par une alternance de grès-marneux et marnes appartenant à la Molasse Aquitaniennne, caractérisée par un pendage des couches d'environ 0 à 20° en direction du sud-est et un réseau de diaclases et de fractures subverticales, d'orientation N 120° et N 200°, qui découpe le substratum rocheux molassique. Le substratum rocheux montre en général une frange d'altération superficielle d'une épaisseur variable de l'ordre de 2 à 5 m.

La zone d'étude a fait l'objet d'investigations géologiques, effectuées en février 2022 au moyen de 3 sondages carottés, afin de préciser la géologie et déterminer les caractéristiques géotechniques des formations en place. Les résultats de ces investigations sont détaillés dans le rapport. Les caractéristiques géotechniques des terrains rencontrés sont résumées ci-après.

Tableau 1 : Unités géotechniques rencontrées dans les sondages carottés et valeurs moyennes de résistance à la compression simple (q_{up}), équivalence RQD et dureté, par sondage carotté.

S1 = sondage 1 ; S2 = sondage 2 ; S3 = sondage 3.

Formation	Profondeur des unités			S1 kN/m ²	S2 kN/m ²	S3 kN/m ²	q_{up} (moyenne) kN/m ²	Equivalence RQD (Bieniawski)	Dureté (SIMR 1978)
	S1 m	S2 m	S3 m						
Terre végétale	0 - 0.3	-	0 - 0.3	-	-	-	-	-	-
Limons de pente ou éboulis morainiques	-	-	0.3 - 1.8	-	-	125	125	-	-
Moraine	0.3 - 3.5	-	-	375	-	-	375	-	-
Rocher altéré – Molasse d'eau douce inférieure (USM)	3.5 - 4.5	1.0 - 3.4	1.8 - 3.4	450	325	350	375	25-50	Tendre
Rocher sain – Molasse d'eau douce inférieure (USM)	> 4.5	> 3.4	> 3.4	450	450	450	450	~50	Moyennement dur à dur

Situation de dangers naturels

La situation de danger affectant le versant étudié démontre qu'il se trouve en zone de danger de glissements superficiels spontanés (GSS) de degré élevé et en zone de glissements profonds permanents (GPP). La carte des dangers de glissements de terrain GSS publiée par le canton sur le portail cartographique du canton de Neuchâtel est illustrée dans la figure 3.

Le portail cartographique montre que le secteur d'intervention situé sous la Tour Marfaux, surtout au niveau de la parcelle n°1813, est également affecté par un danger de chute de pierres et blocs de degré moyen (figure 4).

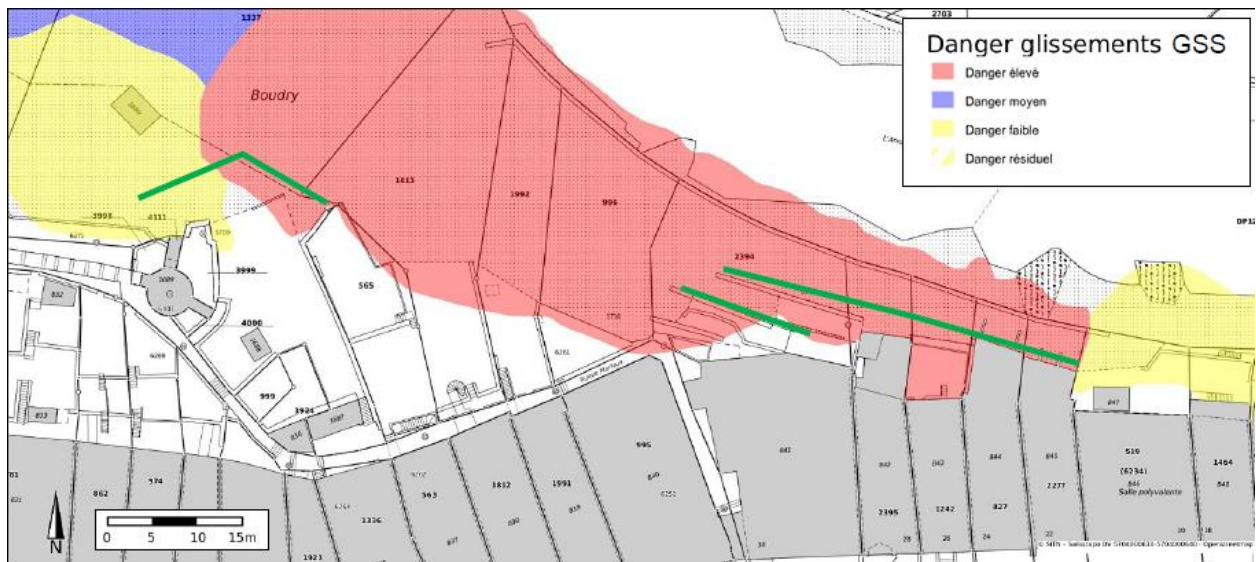


Figure 3 : Extrait de la carte de danger de glissements de terrain superficiels spontanés (GSS) au niveau des secteurs à sécuriser. En vert : position des ouvrages de sécurisation à réaliser.



Figure 4 : Extrait de la carte de danger de chutes de pierres et blocs au niveau des secteurs à sécuriser.
En vert : position des ouvrages de sécurisation à réaliser

Objectifs de protection

Les ouvrages de protection prévus dans l'avant-projet visent à stabiliser une partie du versant Marfaux face aux glissements de terrain peu à moyennement profonds (intensité moyenne) affectant la partie supérieure du versant, caractérisés par une évolution rapide et non prévisible de leur activité et associés à un temps de retour de 10 ans.

Choix de la variante de sécurisation

Avec le soutien du géologue cantonal, les services communaux ont retenu la variante correspondant à des parois unités-clouées.

Ces ouvrages sont constitués de parois en béton projeté à réaliser sur un à plusieurs niveaux et soutenues par des tirants d'ancrages passifs permanents. Ces ouvrages sont prévus dans deux secteurs :

- secteur est (parcelles n°827, 1242, 2277, 2394 et 2395) : cette section de l'ouvrage vise à prolonger vers l'Est la mesure de sécurisation mise en œuvre en 2015, qui se compose d'une série de parois gunitées-clouées disposées sur 5 différents niveaux. L'ouvrage à réaliser sera constitué d'une série de parois gunitées-clouées disposées sur deux niveaux, directement à l'aval des bâtiments situés sur les parcelles susmentionnées.

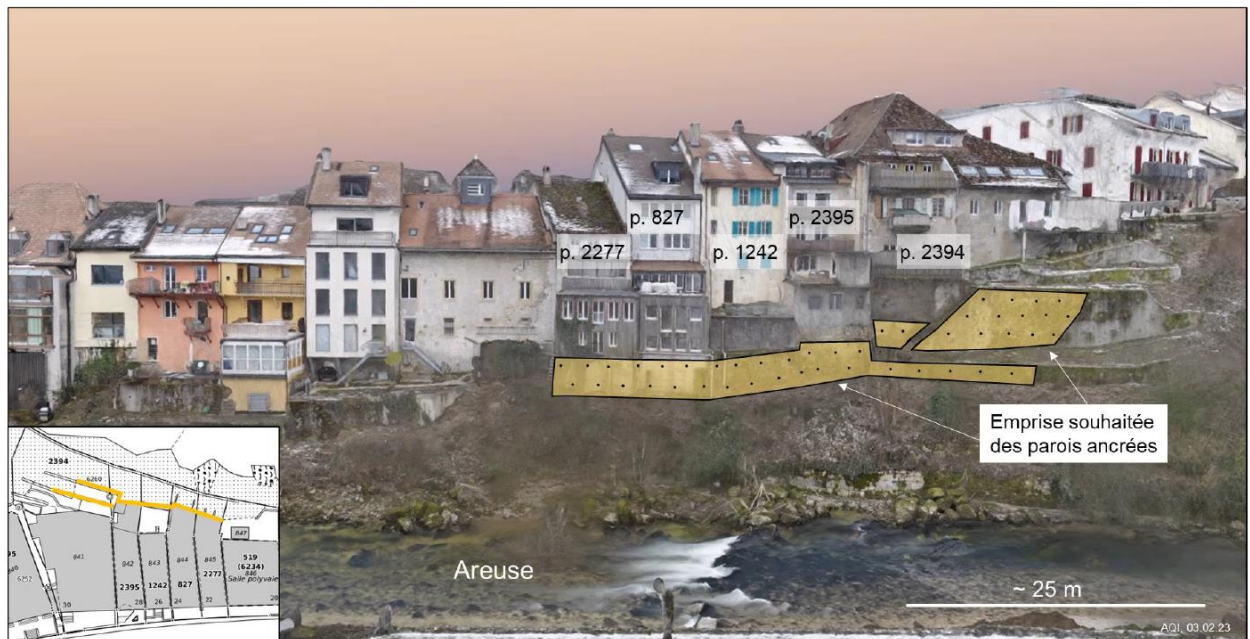


Figure 5 : Concept du projet de sécurisation : secteur est.

- secteur ouest (parcelles n°1337 et 1813) : cette section de l'ouvrage vise à sécuriser la Tour Marfaux des glissements moyennement profonds affectant cette zone, en stabilisant le versant directement à l'aval de celle-ci. L'ouvrage dans ce secteur sera constitué par une paroi gunitée-clouée disposée sur un niveau, placé directement à l'aval de la Tour Marfaux.

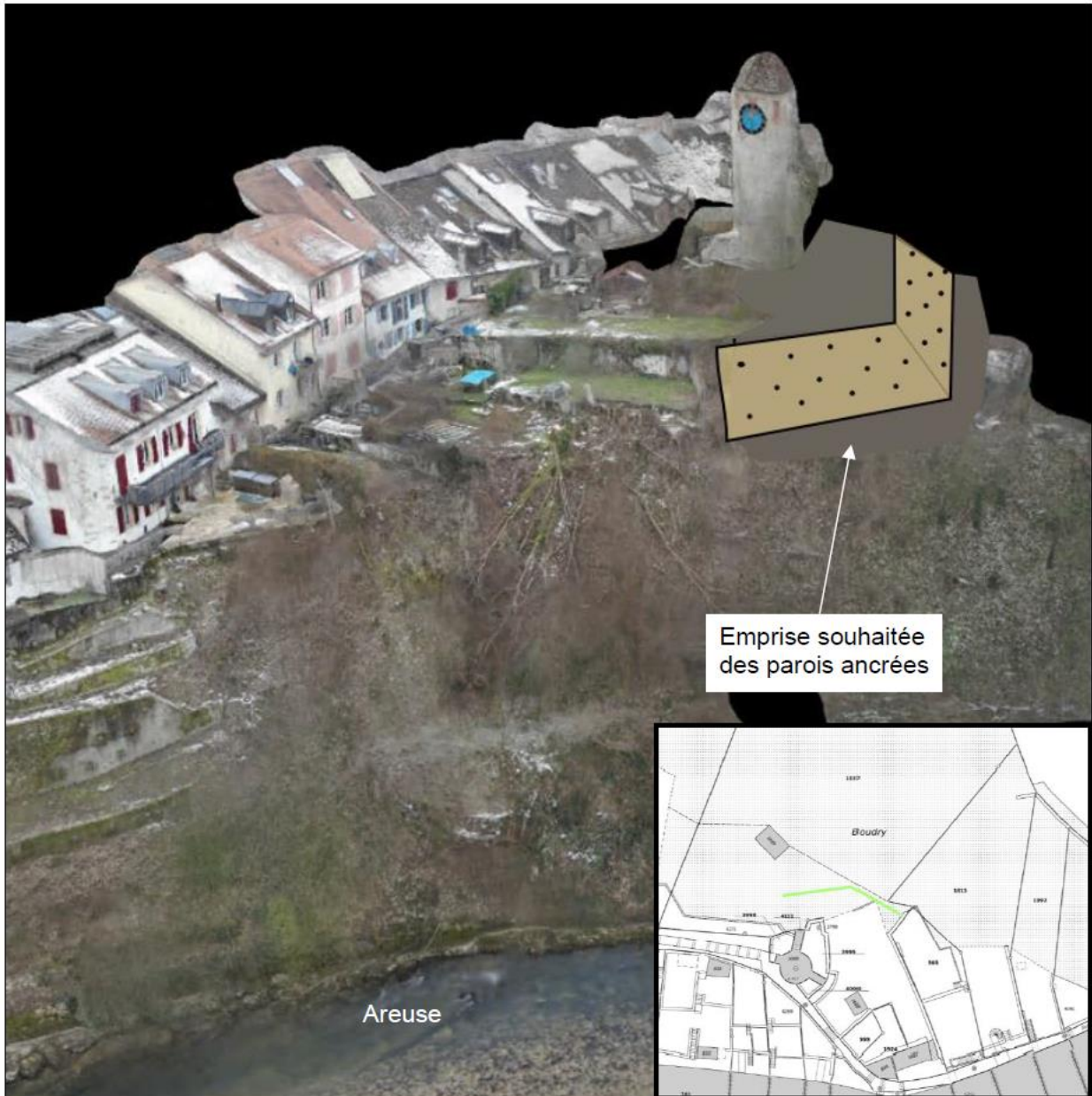


Figure 6 : Concept du projet de sécurisation : secteur ouest.

Concept des ouvrages

Le choix de l'ouvrage de protection à réaliser et les critères pour son dimensionnement ont été établis sur la base des scénarios de danger. En particulier, le scénario retenu pour le projet de sécurisation prévoit un déclenchement soudain de ces glissements peu à moyennement profonds, se développant dans la partie haute du versant.

Le concept de l'ouvrage est illustré en coupe et en élévation dans la figure 7.

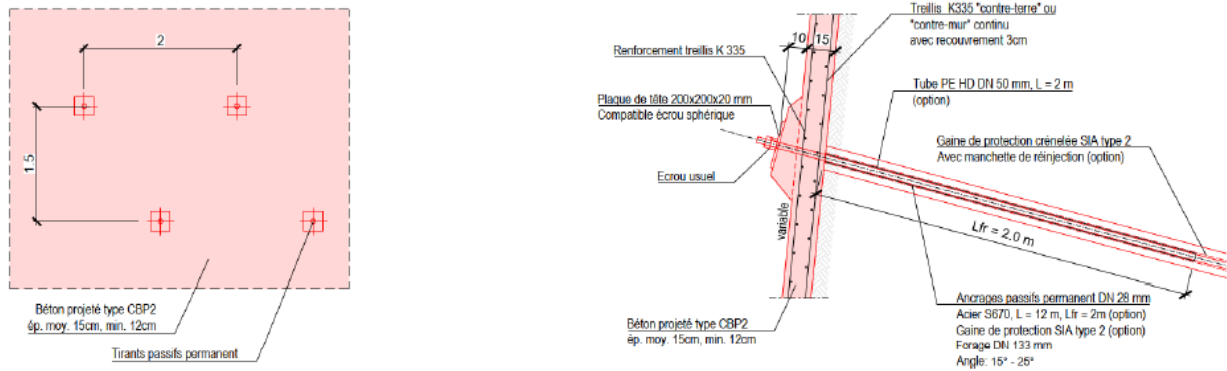


Figure 7 : Concept de l'ouvrage de sécurisation. À gauche : vue partielle en élévation. À droite : vue en coupe.

Intégration paysagère des ouvrages

Sur le plan paysager, l'aire de visibilité des ouvrages est restreinte et la surface des ouvrages de sécurisation a été réduite au strict nécessaire. Ces ouvrages ne seront que partiellement visibles depuis le sentier passant en rive gauche de l'Areuse. Qui plus est, la reprise de la végétation dans le versant Marfaux après travaux obstruera quasi-complètement la visibilité des ouvrages réalisés aux riverains et passants.

La mise en œuvre des parois gunitées-clouées n'induera aucune modification significative du versant, en ce qui concerne aussi bien les sites construits que sa végétation caractéristique.

Contraintes environnementales

Une notice d'impact environnemental a été réalisée pour répondre aux questions de différents domaines tels que :

- secteurs de protection des eaux
- espace réservé aux cours d'eau et étendues d'eau
- zone de degré de sensibilité au bruit
- gestion de la qualité de l'air (poussière de chantier, etc.) ;
- gestion des sols durant le chantier (plan de gestion des matériaux et des déchets, etc.) ;
- zone de lisière de forêt avec potentiel écologique faible à insuffisant ;
- zone d'objets protégés cantonaux « bosquet » (forêts sur les pentes au-dessus de l'Areuse) ;
- zone de « site construit ISOS » (ville de Boudry), selon l'inventaire fédéral des sites construits d'importance nationale à protéger ;
- voie de communication historique nationale avec beaucoup de substance (rue Louis Favre), selon l'inventaire fédéral des voies de communication historiques de la Suisse IVS ;
- zone de patrimoine et recensement architectural (RACN) (bâtiments rue Louis-Favre et tour Marfaux ;
- zone à protéger communale.

Cette notice peut être consultée à l'administration ou être demandée par courriel aux services techniques.

Estimation des coûts de réalisation des travaux

Prestations	Prix HT [CHF]
1. Travaux préparatoires	
Entretien forestier	40'000.00
2. Honoraires d'ingénieurs	
- Phase SIA 33 : procédure de demande d'autorisation	7'800.00
- Phase SIA 41 : organisation de l'appel d'offre et évaluation des soumissions	15'000.00
- Phase SIA 51 : plans d'exécution	8'000.00
- Phases SIA 52-53 : suivi d'exécution et réception	25'000.00
- Suivi environnemental de réalisation (SER)	15'000.00
3. Fourniture	
Accès secteur est	24'000.00
secteur est	94'000.00
secteur ouest	47'000.00
4. Gros œuvre	
Accès secteur est	49'000.00
secteur est	187'000.00
secteur ouest	93'000.00
Total HT	604'800.00
Divers et imprévus (15%)	90'720.00
Services techniques	20'000.00
Total HT II	715'520.00
TVA 7.7%	55'095.04
Total TTC	770'615.04
Arrondi	770'000.00

Ces travaux ont été planifiés sur les exercices 2023 et 2024 dans le tableau des investissements à hauteur de CHF 400'000.-- et CHF 800'000.--. Après discussion avec les Services cantonaux, 2 mesures ont été retenues ce qui ramène le devis estimatif à CHF 770'000.00

Dans la limite du frein à l'endettement une partie des travaux de 2024 sera réalisée en 2023.

Planification des travaux	2023											2024
	fév.	mars	avr.	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	mars	
PHASE SIA 32												
Réalisation du projet d'ouvrage de sécurisation												
PHASE SIA 33												
Procédure de mise à l'enquête du projet d'ouvrage												
PHASE SIA 41												
Appel d'offre du marché public pour les travaux												
Retour des offres, comparatif des offres et attribution des travaux à une entreprise (MO)												
PHASES SIA 51-53												
Réalisation du projet d'exécution												
Travaux préparatoires (entretien forestier et accès)												
Réalisation des travaux de sécurisation												
Réception des ouvrages												

À noter que ce planning est intentionnel. Il est proposé sous réserve que le projet ne rencontre pas d'oppositions, que le permis de construire soit obtenu durant l'été 2023 et que les propriétaires autorisent l'accès et le défrichement partiel temporaire de leur parcelle.

Conclusion

Le versant Marfaux entre le pont Jean-Jacques Rousseau et le chemin des Repaires à Boudry est affecté par des glissements de terrain, notamment dans le secteur situé entre la parcelle n°2277 et la tour Marfaux (de l'est à l'ouest). L'étude d'avant-projet réalisée au printemps/été 2022, a précisé les zones à sécuriser et établi plusieurs variantes de sécurisation proposées au MO.

La variante validée consiste à réaliser des parois gunitées-clouées dans deux secteurs critiques du versant, localisés sous les bâtiments entre les parcelles n°2277 et 2394 (secteur est) et sous la Tour Marfaux, parcelles n°1337 et 1813 (secteur ouest). Le dimensionnement des éléments qui composent l'ouvrage, les techniques de réalisation des parois, ainsi que l'établissement de la planification des travaux, ont été détaillés dans le présent projet d'ouvrage.

L'estimation financière, réalisée sur la base des prix du marché 2023, le coût total de sécurisation s'élève à CHF 770'000.--. Ce montant doit être investi par la Ville et Commune de Boudry pour la sécurisation des habitants et pour préserver un des sites construits d'importance nationale à protéger selon l'inventaire fédéral. Le canton de Neuchâtel ainsi que la Confédération soutiendront la Ville et Commune de Boudry en participant aux coûts des travaux via un subventionnement, à hauteur d'environ 70% des coûts imputables.

Ce projet d'ouvrage pour la mise en œuvre des mesures de protection établies fera l'objet d'une mise à l'enquête au printemps 2023. Sur la base du planning établi, un appel d'offre pour la réalisation des travaux et l'attribution du marché correspondant serait envisageable au cours de l'été 2023. Les travaux devraient avoir lieu entre octobre 2023 et mars 2024 (sous condition de l'obtention du permis de construire après la mise à l'enquête).

Le projet d'ouvrage présenté intègre les contraintes environnementales propres à ce site de la Ville et Commune de Boudry. Lors des travaux, il faudra veiller à ce que l'entreprise mandatée pour la sécurisation du versant s'engage à prendre toutes les mesures nécessaires pour tenir compte des contraintes environnementales et paysagères, entre autres du point de vue des installations de chantier et du stockage des matériaux et déchets relatifs aux travaux. À cet effet, et en cas de demande des autorités cantonales, un suivi environnemental de réalisation des travaux (SER) devra également être réalisé.

Compte tenu des éléments qui viennent d'être exposés, nous vous recommandons, Monsieur le Président du Conseil général, Mesdames et Messieurs les membres du Conseil général, d'accepter l'arrêté proposé ci-après.

LE CONSEIL GENERAL DE LA VILLE DE BOUDRY

Vu la loi sur les communes du 21 décembre 1964,
Vu la loi sur les finances de l'Etat et des communes (LFinEC) du 24 juin 2014,
Vu le règlement général de Commune du 31 octobre 2022,
Vu le règlement communal sur les finances (RCF) du 29 juin 2015,
Vu le budget des investissements 2023,
Entendu la Commission de gestion et des finances,
Sur la proposition du Conseil communal,

a r r ê t e

- Article premier :** Un crédit d'engagement de CHF 770'000.00 pour la stabilisation du versant Marfaux est mis à disposition du Conseil communal.
- Article 2 :** La dépense est comptabilisée au compte des investissements n° 20230601 et amortie au taux de 2.5% l'an.
- Article 3 :** Le Conseil communal est autorisé à conclure l'emprunt nécessaire à financer tout ou partie dudit crédit, dans le respect des normes du frein à l'endettement selon la LFinEC.
- Article 4 :** Le Conseil communal est chargé de l'exécution du présent arrêté, à l'expiration du délai référendaire.

Boudry, le 12 mai 2023

AU NOM DU CONSEIL COMMUNAL

Le président

La secrétaire

Luigi D'Andrea

Marisa Braghini