

TRAVYS SA
Ligne : 212

Auteur	E. Marclay	23.02.2026
Contrôlé	B. Bornet	23.02.2026
Visa	E. Marclay	23.02.2026
Document	1036-11c-R1021	

Désignation : Yverdon-les-Bains – Sainte-Croix

Secteurs : Les Murets / Trois-Villes / Cochâble Sud / Cochâble I et II / Les Recolas
Communes de Baulmes, Ste-Croix et Vuiteboeuf

Objet :

Instabilités rocheuses - Sécurisation contre les chutes de pierres
km 16.960-17.035 / 19.100-19.500 / 19.800-20.000 / 20.080-20.135 / 22.235-22.850

Rapport de sécurité

**Procédure d'approbation
des plans (PAP)**

NORBERT
GÉOLOGIE DE L'INGÉNIEUR
ET HYDROGÉOLOGIE

NORBERT SA Géologues-Conseils
Rue Enning 6
1003 Lausanne
Tél : +41 21 323 05 35
Fax : +41 21 320 38 37
geol-Isne@norbert-sa.ch
www.norbert-sa.ch

	Ind	Objet	Date	Auteur	Contr.
	V1	Version initiale	23.02.2026	B. Bornet	E. Marclay
Modifications	V2				
	V3				
	V4				
	V5				
	V6				
	V7				

TRAVYS SA
Quai de la Thièle 32
1401 Yverdon

NORBERT SA
Rue Enning 6
1003 Lausanne

D. Robert
Directeur général

D. Pasche
Directeur du dpt
Infrastructure

B. Bornet
Géologue de projet

E. Marclay
Géologue - Chef de projet

TABLE DES MATIÈRES

1	INTRODUCTION	1
2	VUE D'ENSEMBLE DES MESURES PLANIFIÉES	1
3	ENJEUX	1
3.1	PERSONNES ET BIENS EXPOSÉS	1
3.1.1	Tous les secteurs	1
3.1.2	Secteur Les Murets	2
3.1.3	Secteur Trois-Villes	2
3.1.4	Secteur Cochâble Sud	2
3.1.5	Secteur Cochâble I et II	2
3.1.6	Secteur Les Recolas	2
3.2	OBJECTIF ET DÉFICITS DE PROTECTION	2
4	ANALYSE DE RISQUES	2
4.1	DOMMAGES POTENTIELS	2
4.2	RISQUE ACTUELS	3
4.2.1	Risque collectif	3
4.2.2	Risque individuel de décès	3
4.3	RISQUE DURANT LE CHANTIER	3
4.3.1	Risques liés aux chutes de pierres et mesures	3
4.3.2	Autres risques et mesures	4
4.4	RISQUES EN PHASE D'EXPLOITATION	4
4.4.1	Risques liés aux chutes de pierres et mesures	4
4.4.2	Autres risques et mesures	5
5	CONCLUSIONS	5

TABLEAUX

Tableau 1 : Risque individuels de décès par secteur

1 INTRODUCTION

Dans le versant dominant Baulmes et les Gorges de Covatanne (alt.~800 à 1'050 msm), la ligne de chemin de fer Yverdon - Ste-Croix, inaugurée en 1893, est régulièrement sujette à des chutes de pierres.

Les études menées dans les cinq secteurs listés ci-dessous ont montré que ce phénomène menace la voie et ses usagers (voir pièce PAP n°01.04 ; les coordonnées moyennes sont indiquées entre parenthèse) :

- Les Murets (2'529'400, 1'182'900) – km 16.960 au km 17.035
- Trois-Villes (2'530'750, 1'183'600) – km 19.100 au km 19.500
- Cochâble Sud (2'531'150, 1'184'275) – km 19.800 au km 20.000
- Cochâble I et II (2'531'190, 1'184'380) – km 20.080 à 20.135
- Les Recolas (2'529'300, 1'184'800) – km 22.235 au km 22.850

Actuellement, aucune protection durable contre les chutes de pierres n'existe dans ces secteurs. Les objectifs de protection ne sont pas remplis. Cette situation n'est pas satisfaisante pour l'exploitant qui est régulièrement confronté à la présence de pierres ou blocs sur la voie. Cela implique le nettoyage de cette dernière, sans compter les risques encourus par les usagers en cas de chute de pierres au passage d'un train ou de déraillement dû à la présence d'éléments rocheux sur la voie.

Pour toutes ces raisons, l'exploitant prévoit de réaliser des mesures de protection. Elles prévoient la construction de filets pare-pierres et de treillis plaqués, ainsi que des travaux de purge. Le présent avis hydrogéologique a été établi afin d'évaluer les risques d'atteintes aux eaux souterraines (secteur S et Au) et aux sources/captages ainsi que de définir les mesures adéquates de prévention et de surveillance.

Les travaux sont prévus en deux lots (Lot 1 – Les Murets. Trois-Villes et Lot 2 – Cochâble Sud, Cochâble I et II, Les Recolas).

2 VUE D'ENSEMBLE DES MESURES PLANIFIÉES

TRAVYS SA va entreprendre des travaux de sécurisation de la voie dans ces cinq secteurs (voir pièce PAP n°01.04). Ils consisteront essentiellement en la mise en place de :

- Ecrans pare-pierres <50, 100, 250 et 500 kJ, dans les versants à l'amont de la voie.
- Treillis plaqués, sur les parois en bordure amont de la voie.
- Purge, débitage et clouage ponctuel de masses instables à l'aide de barres d'ancrage.

3 ENJEUX

3.1 PERSONNES ET BIENS EXPOSÉS

3.1.1 Tous les secteurs

Pour tous les secteurs, les personnes à protéger sont les passagers des trains et les employés de TRAVYS SA. Et les biens exposés sont :

- La voie et les mâts de la ligne de contact.
- Le matériel roulant (train de passagers ainsi que trains de marchandise ou de chantier).
- La fibre optique alimentant Ste-Croix et longeant la voie dans un caniveau à câbles posé au sol.

3.1.2 Secteur Les Murets

Dans ce secteur, le bien spécifique supplémentaire suivant a été identifié :

- Une route forestière existe au pied du périmètre d'étude. Cette dernière, ainsi que le personnel de TRAVYS SA l'empruntant, est exposée.

3.1.3 Secteur Trois-Villes

Dans ce secteur, le bien spécifique supplémentaire suivant a été identifié :

- Des bâtiments d'exploitation, le bâtiment de l'ancienne gare de Trois-Villes et une route forestière d'accès sont présents.

3.1.4 Secteur Cochâble Sud

Aucun bien spécifique supplémentaire

3.1.5 Secteur Cochâble I et II

Aucun bien spécifique supplémentaire

3.1.6 Secteur Les Recolas

Dans ce secteur, le bien spécifique supplémentaire suivant a été identifié :

- Une route goudronnée, également empruntée comme chemin pédestre, traverse le périmètre d'étude en amont des voies.

3.2 OBJECTIF ET DÉFICITS DE PROTECTION

D'entente avec TRAVYS et les autorités cantonales/fédérales, l'objectif pour la voie est une protection complète pour les événements d'une période de retour inférieure ou égale à 100 ans (les risques liés au Tr 300 sont acceptés).

Selon l'analyse des SOP (Standard et Objectifs de Protection du Canton de Vaud) l'occupation du sol peut être qualifiée de peu, voire non compatible avec la situation de danger.

4 ANALYSE DE RISQUES

Le calculateur de risque de la confédération EconoMe (version 5.3) a été mis en œuvre. Il a permis de calculer les risques avant mise en place des mesures, pour chacun des deux lots séparément.

4.1 DOMMAGES POTENTIELS

Le calculateur EconoMe intègre les incidents suivants, susceptibles d'engendrer un risque collectif (financier) ou individuel (probabilité de décès) :

- Dégâts matériel fixe (voie, poteaux, etc...).
- Impact direct sur un train.
- Déraillement d'un train causé par un choc avec des matériaux éboulés sur la voie.
- Déraillement avec chute du convoi.

Le cas d'une collision avec un train ayant déraillé à la suite des deux derniers cas précités a été écartée car considérée comme peu probable. Notons néanmoins que cette option n'est pas différenciable du cas de chute du convoi dans EconoMe.

Signalons que le cas de collision entre un train ayant déraillé et un train arrivant en sens inverse n'est pas possible, en raison des installations de sécurité mise en place par TRAVYS pour la gestion de la ligne. Cela n'influence toutefois pas le calcul du risque.

Précisons enfin que l'outil ne calcule pas les coûts indirects, comme les pertes occasionnées par les arrêts d'exploitation pour des travaux de remise en état par exemple.

4.2 RISQUE ACTUELS

4.2.1 Risque collectif

L'ampleur des dégâts aux personnes (monétarisée) est très élevée par rapport à celle des biens matériels.

Le risque collectif (intégré) total annualisé se monte à 67'603.- pour le lot 1 (Les Murets et Trois-Ville); et 114'062.- pour le lot 2 (Cochâble Sud, Cochâble I et II et Les Recolas).

4.2.2 Risque individuel de décès

Il est exprimé en nombre de décès par année et classifié selon les seuils suivants :

Risque ind. non acceptable	$R_{ind} > 10^{-5}$
Risque ind. tolérable	$10^{-5} > R_{ind} > 10^{-6}$
Risque ind. acceptable	$R_{ind} < 10^{-6}$

– Les Murets (lot 1)	Voie	=	3.4×10^{-7} décès/an	●
– Trois-Villes (lot 1)	Voie	=	1.8×10^{-7} décès/an	●
– Cochâble Sud (lot 2)	Voie	=	1.1×10^{-6} décès/an	●
– Cochâble I et II (lot 2)	Voie	=	3.7×10^{-8} décès/an	●
– Les Recolas (lot 2)	Voie	=	5.2×10^{-7} décès/an	●

Le risque individuel de décès est donc qualifié d'acceptable ou tolérable dans les cinq secteurs.

Il faut toutefois rappeler que selon l'analyse des SOP, l'occupation du sol peut être qualifiée de peu, voire non compatible avec la situation de danger et justifie le besoin d'intervention.

4.3 RISQUE DURANT LE CHANTIER

Le calculateur de risque du Canton de Vaud Riskko été mis en œuvre. Il a permis de calculer les risques durant le chantier, pour chacun des deux lots séparément.

4.3.1 Risques liés aux chutes de pierres et mesures

Les zones de chantier ont été assimilées à des bâtiments (64 – Autre type de bâtiment selon la dénomination EconoMe). Ainsi les paramètres par défaut de vulnérabilité et de létalité sont respectivement de 0.001/0.2/0.5 et 0/0.5/1 pour les trois temps de retour Tr30, 100 et 300.

Le facteur de présence et le taux d'occupation ont été adaptés en admettant la présence de 10 ouvriers et une durée de 7 à 8 mois de chantier par lot (admis équivalent 12 mois).

En termes de risques individuel de décès, la situation est la suivante.

Lot 1	Chantier	risque non acceptable dès Tr100 ● (> 10^{-5} décès/an)
Lot 2	Chantier	risque non acceptable dès Tr100 ● (> 10^{-5} décès/an)

Tableau 1 : Risque individuels de décès par secteur

Le risque individuel de décès est donc qualifié de non acceptable dans les cinq secteurs durant les phases de chantier. Toutefois, il est d'usage en général de limiter la protection d'un chantier au Tr 30 ans ou inférieur.

Dans tous les cas, les mesures et précautions suivantes devront ainsi être prises afin de réduire les risques :

- Minimiser les temps de présence des ouvriers dans les secteurs exposés.
- Réaliser en premier lieu, la mise en place des écrans pare-pierres (dans le versant), afin de bénéficier de leur effet protecteur pour les travaux proches de la voie.
- Réaliser dans un troisième temps, le clouage ou la purge des masses instables (le cas échéant).
- Dans un quatrième temps, mise en place des treillis plaqués (travaux proches de la voie).

4.3.2 Autres risques et mesures

Les mesures suivantes seront prises afin de diminuer les risques identifiés en relation avec les travaux proposés :

- Un dispositif amovible de protection de l'infrastructure ferroviaire sera mis en place pour éviter que des éléments rocheux issus des zones de travaux ne détériorent la voie lors des travaux (mise en place d'écran provisoires ou de platelage sur les rails).
- Toutes les mesures de sécurité nécessaires seront prises à l'aval de la voie (écrans type palissades provisoires, ou fermeture momentanée des sentiers pédestres concernés, si nécessaire) pour protéger les secteurs se trouvant en contrebas des zones de travaux (éléments rocheux provenant du chantier, matériel ou autres).
- De même, toutes les mesures de sécurité nécessaires seront prises pour la protection des ouvriers. Un Plan d'Hygiène et Sécurité (PHS) sera exigé de l'entreprise au démarrage des travaux.
- Les travaux engageant le PEL seront réalisés de jour, ligne de contact déclenchée.
- Les prescriptions de sécurité standards seront mises en place (signalisation des travaux, ralentissement des trains, respect de la distance de sécurité à la ligne de contact,...). Par ailleurs, toutes les machines utilisées seront mises à la terre ferroviaire (par TRAVYS).
- En dehors des plages horaires dédiées aux travaux, la voie sera libérée de toutes machines ou matériel.
- Le chantier sera supervisé par un protecteur mis à disposition de l'entreprise par TRAVYS SA qui établira un dispositif de sécurité avant le début des travaux.
- Le chantier se trouvant dans des secteurs S et Au de protection des eaux souterraines. Les prescriptions d'usage en matière d'exécution de travaux seront appliquées (utilisation d'huile biodégradable, présence de matériel absorbant sur le chantier, ...).

4.4 RISQUES EN PHASE D'EXPLOITATION

4.4.1 Risques liés aux chutes de pierres et mesures

Après réalisation de l'ensemble des travaux, le risque restant lié aux chutes de pierres ou de blocs dans le périmètre de la voie pourra être considéré comme faible, lié quasi exclusivement au scénario de période de retour 300 ans (Tr 300).

Les mesures suivantes, en lien avec les chutes de pierres (et la fonction des ouvrages de protection) seront prises :

- Un plan de surveillance et de maintenance des ouvrages sera établi à l'issue des travaux.
- Le degré de protection contre la corrosion des barres d'ancrages est fixé à "2a" selon la norme SIA 267 [1].

4.4.2 Autres risques et mesures

La mesure suivante sera mise en place afin de diminuer les risques identifiés en relation avec l'exploitation de la ligne (hors chute de pierres et blocs) :

- Une mise à terre définitive des éléments métalliques proches de la voie sera effectuée par TRAVYS. Cela permettra d'éviter que le champ magnétique généré par le courant alternatif de la ligne de contact (15'000 V 16 2/3 Hz) n'induisse un courant électrique dans les ouvrages.

5 CONCLUSIONS

L'étude menée dans les cinq secteurs de Les Murets, Trois-Villes, Cochâble Sud, Cochâble I et II et Les Recolas a mis en évidence des phénomènes de chutes de pierres et blocs et a permis de délimiter les secteurs concernés ainsi que de définir les mesures à prendre pour lutter efficacement contre les dangers pour la voie et ses usagers et diminuer ainsi les risques.

Les travaux d'assainissement proposés permettront une exploitation plus sûre de la ligne ferroviaire Yverdon – Ste-Croix sujette à de fréquentes chutes de pierres et blocs.

6 RÉFÉRENCES

Normes et directives

- [1] Société suisse des ingénieurs et architectes. (2013). Géotechnique. Norme SIA 267. Zürich. SN 505267:2016 fr.