

Les murs de soutènement, une menace?



Photo: ASFINAG/ 20 Minutes

Erdjan Opan, OPAN concept SA, Neuchâtel

Dr. Frédéric Mayoraz, De Cerenville Géotechnique SA, Ecublens

Thèmes

1. Les murs, une menace?
2. Un important patrimoine.
3. Les dégâts.
4. Que faire?

Les murs, une menace?



Plage d'Auvernier, photo OPAN concept SA

2010 N5-Bienne – La Neuveville Effondrement d'un mur en pierres de maçonneries



Photos: OPAN concept SA

2012 Autoroute - A13 – Brenner (A)

Effondrement d'un mur de soutènement en béton



Photo: ASFINAG

2013 Montreux – route de Glion

Effondrement d'un mur en pierres de maçonneries



Photo: De Cerenville Géotechnique SA



Photo: 20 minutes

2016 Chamby (VD)

Effondrement d'un mur en pierres de maçonneries



Photo: De Cerenville Géotechnique SA

"Ueberpruefung bringt Sicherheit"

Baublatt 27.02.15



2013 – Châtilliens
Effondrement d'un mur sur ligne CFF

" Autos ensevelies en Pleine ville "

Journal 20 Minutes 06.01.14



2014 - Ville de Lausanne
Effondrement d'un mur sur un véhicule

" Un castor bloque l'autoroute "

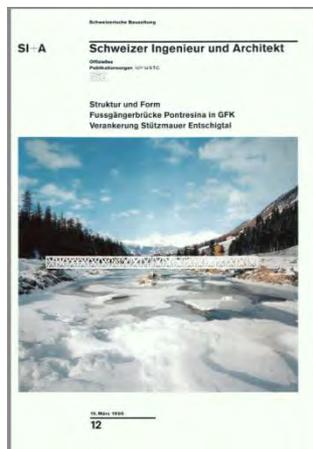
Journal La Liberté 23.09.15



2015 – A1 Courgevaux
Effondrement d'un mur.

La problématique des murs de soutènement est thématisée

- Journal SIA n°12, 1998

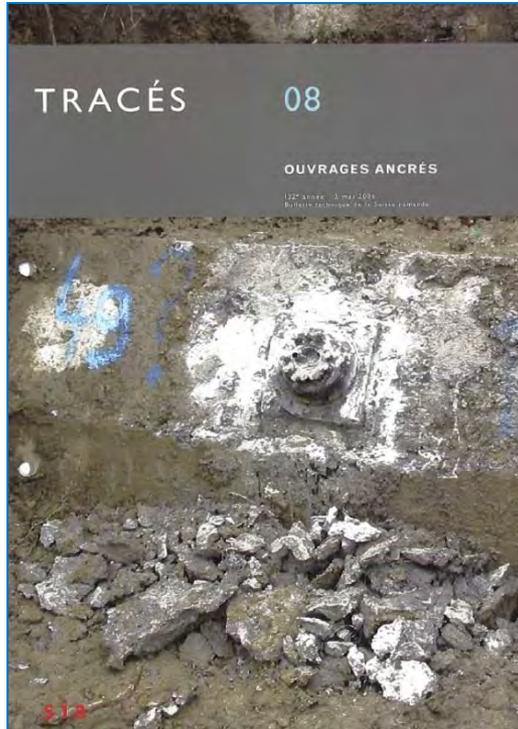


- Baublatt n°9, 2015



La problématique des murs de soutènement est thématisée

TRACÉS n°08 / mai 2006



«Ouvrages ancrés»

TRACÉS n°21 / nov. 2015



«Mur de soutènement, évaluation des risques»

TEC n°40 / sept. 2016



«Stützmauern: die Erblast der Boomjahre»

La problématique des murs de soutènement est thématisée

Le risque de non-intervention

Editorial de M. J. Perret, TRACÉS n°21 / 2015



*«Riche d'un très dense patrimoine de réseaux routiers et ferroviaires, la Suisse se doit **d'anticiper** les actions nécessaires à son entretien....»*

*«Ces soucis réels de financement et de disponibilité des réseaux ne peuvent toutefois pas aller jusqu'à remettre en question un élément central: **leur sécurité...**»*

«..... Le choix des ouvrages à renforcer préventivement relève donc d'un calcul stratégique qui, compte tenu des enjeux, peut devenir polémique.»

La problématique des murs de soutènement est thématisée

Stützmauern: die Erblast der Boomjahre

Editorial de M.T. Ekwall, Korrespondent TEC21

«In den nächsten 15 Jahren müssen etwa 500 Stützbauwerke für rund 800 Millionen Franken ertüchtigt werden....»



«....Doch mit der Korrosion kommen weitere Unbekannte hinzu, und Sondierungen an Einzelobjekten sind teuer, weshalb das Astra an vielen Orten präventiv handelt...»

«.... Es bleibt zu hoffen, dass die Sicherheit am richtigen Ort und zum richtigen Zeitpunkt erhöht wird.»

La recherche est en route !

1. Etude pilote 2012 – 2014 – GUMA

Evaluation de l'état des murs de soutènement béton à semelles

Rapport de synthèse des phases 1 et 2

2. Projets de recherche AGB (2016 - ?)

Thème 1 : Risques potentiels des murs de soutènement existants.

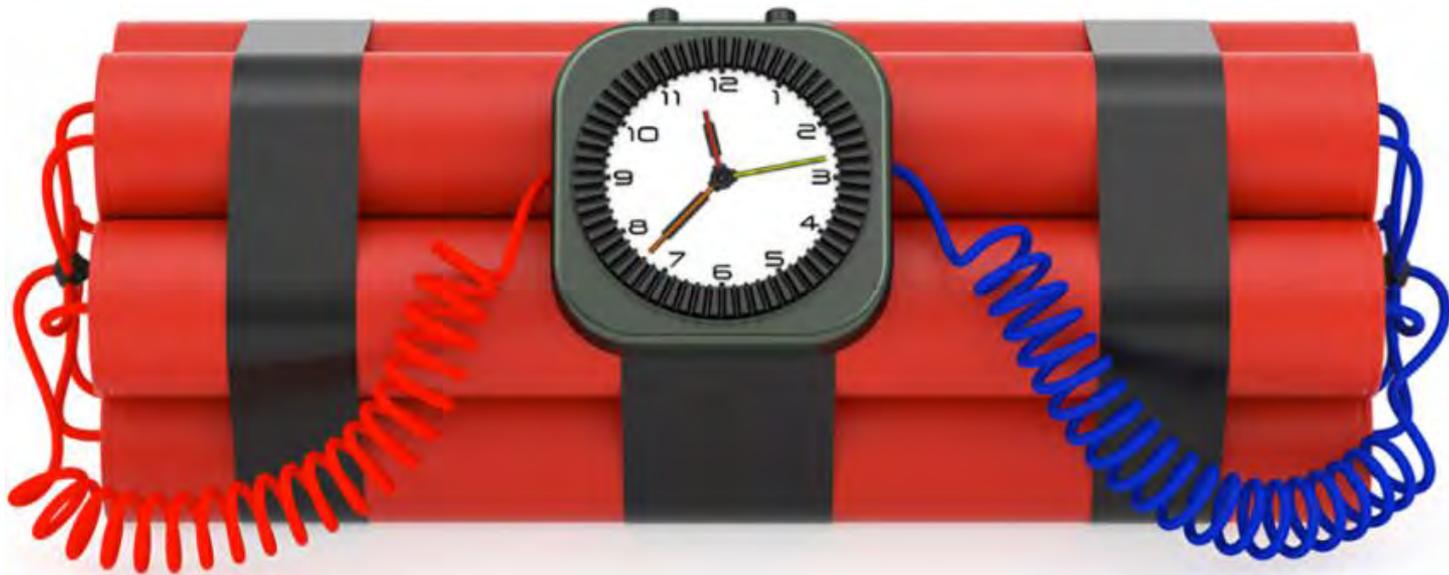
Thème 2 : Comportement à la rupture des murs de soutènement béton à semelles.

Thème 3 : Techniques de mesures de surveillance des murs de soutènement non ancrés.

Pilotage : AGB (groupe de travail de recherche en matière de ponts).

Président : Dr. Manuel Alvarez, ingénieur civil EPFZ

Les murs de soutènement, une menace?



OUI, clairement!

Photo: web Prudent Groupe Conseil

Un important patrimoine



Photo: GUMA



- Très grand nombre d'ouvrages (Confédération, cantons, communes, privés).
- Une fonction essentielle pour les voies de circulations (route et rail) et la sécurité.
- Un grand patrimoine financier.
- Une valeur patrimoniale et culturelle.
- Exemple OFROU : plus de 2'500 ouvrages.



Photos: Grp. Zutton /GUMA

Trois types de murs



Murs ancrés



Murs en maçonneries

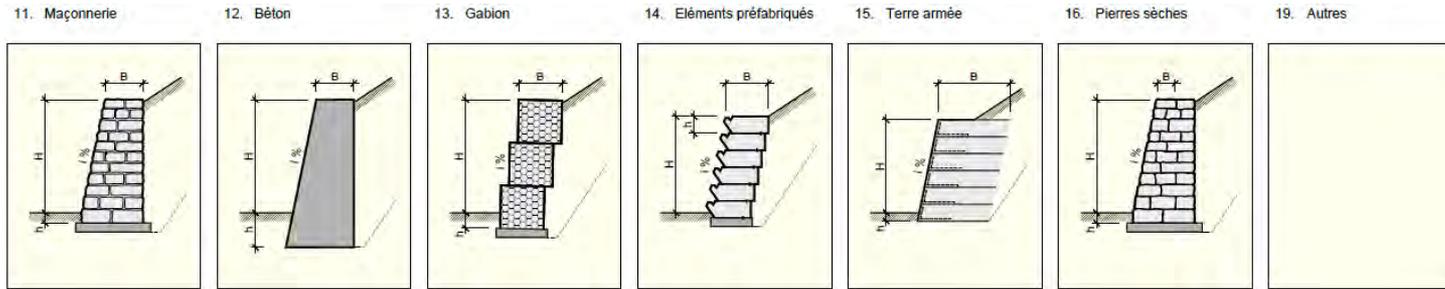


Murs à semelles

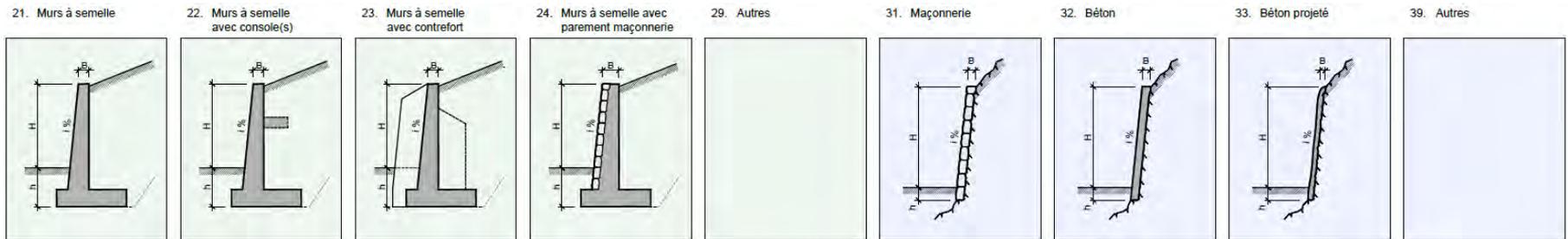
Photos: GUMA / OPAN concept SA

Identifier le type d'ouvrage – connaître le patrimoine «murs»

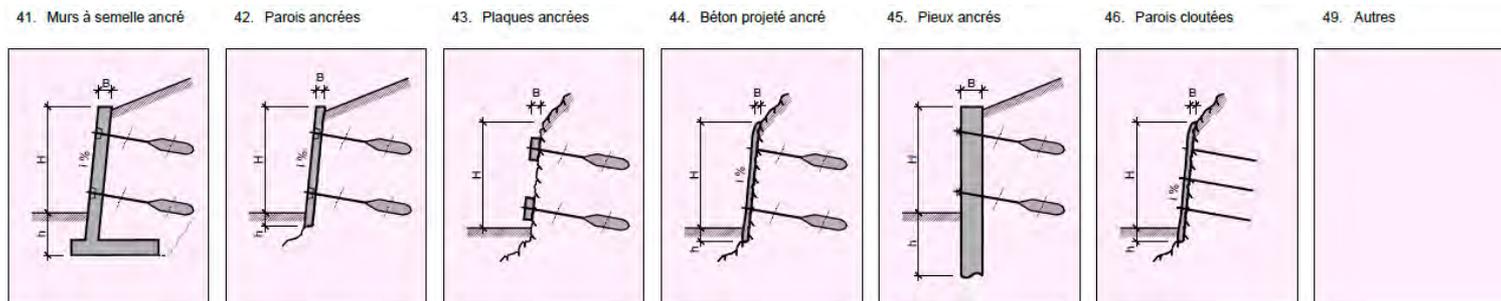
- Murs poids



- Murs à semelles



- Ouvrages ancrés



Source: OPAN concept SA

Exemple canton de VD – statistique nombre de murs de soutènement (zone de montagne)

Tronçon	L tronçon [m']	Nbre de mur	Longueur d'ouvrages [m']	% de [m'] de murs de soutènement sur la longueur du tronçon
1	17'770	123	4'665	26%
2	1'075	4	126	12%
3	32'060	380	17'826	56%
4	14'363	107	5'669	39%
5	4'106	53	1'836	45%
6	4'842	79	2'187	45%
7	4'878	50	2'107	43%
8	5'688	63	1'497	26%
9	836	22	841	101%
10	4'530	21	987	22%
11	1'166	17	712	61%
12	302	5	121	40%
13	710	9	313	44%
14	3'225	30	334	10%
15	4'150	35	1'501	36%
16	4'150	1	24	1%
17	9'508	154	7'013	74%
18	1'531	3	24	2%
19	1'280	1	42	3%
20	2'560	63	5'034	197%
21	4'707	59	3'696	79%
22	1'530	61	3'170	207%
	124'967	1'340.00	59'725	48%

Synthèse

- Les murs de soutènement sont très nombreux.
- Le patrimoine est mal connu.
- Les propriétaires sont: Confédération, cantons, communes, privés.

Les dégâts



Photo OPAN concept A9 Mur AR 49 Investigations 2016

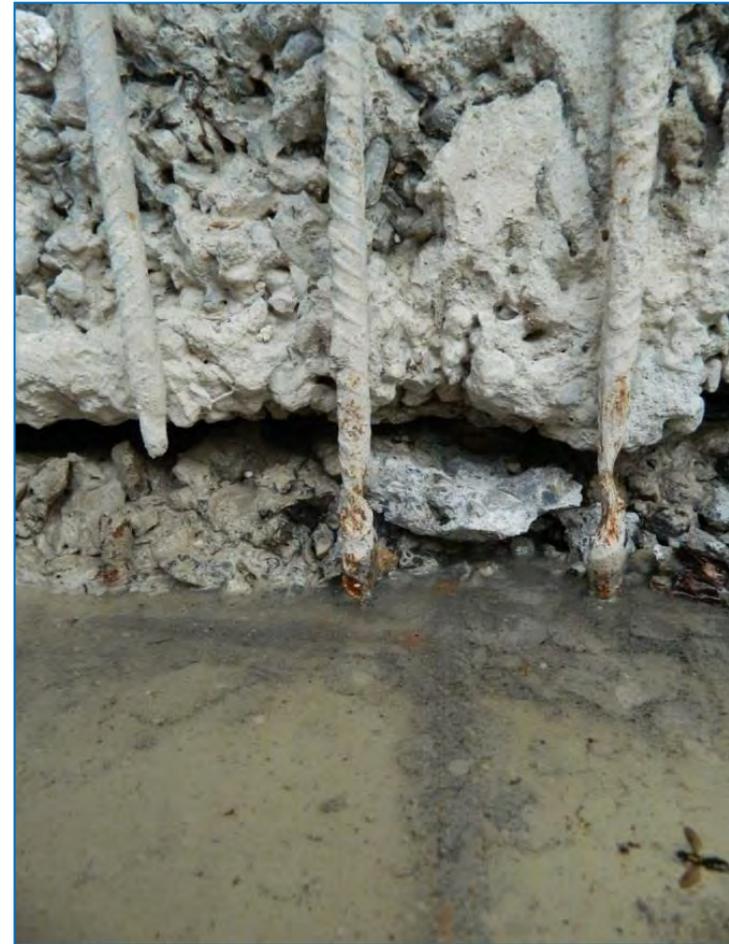
Murs non ancrés à semelles – types de dégâts

Corrosion par piqûre de l'armature verticale au droit du joint de bétonnage entre la semelle et le mur, dégât généralisé du km 60.900 au km 64.500



OPAN concept SA/RR

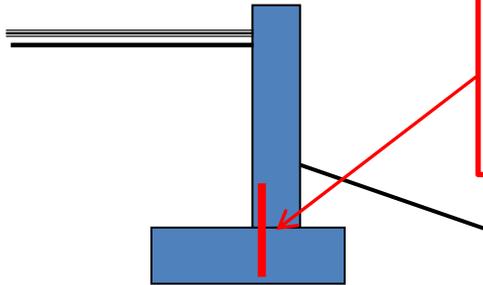
20.07.07



Photos OPAN concept SA

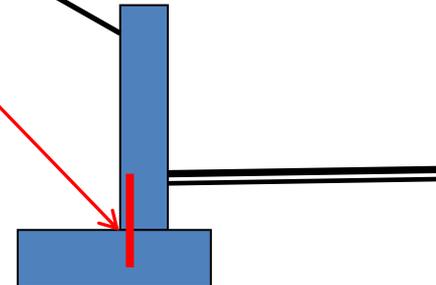
Murs non ancrés à semelles – situation des dégâts

Mur de soutènement aval



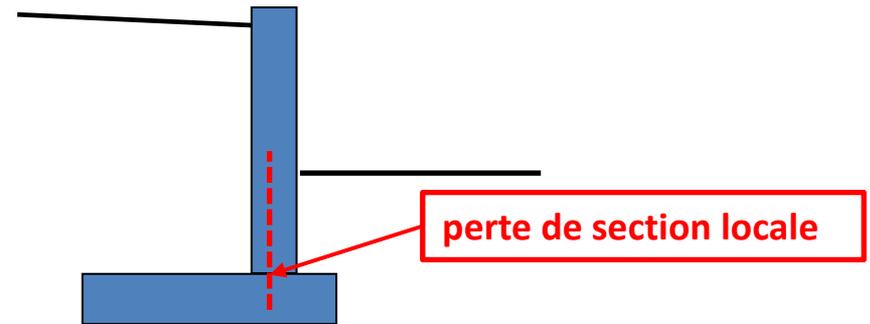
Processus de corrosion au droit du joint de bétonnage entre le parement et la semelle

Mur de soutènement amont



Photos OPAN concept SA

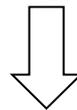
Murs non ancrés à semelles Statistiques investigations



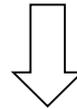
56 murs de soutènement investigués entre 2007 et 2012

Investigations sur 259 panneaux

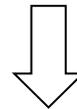
1281 barres d'armatures dégagées de 56 murs de soutènement



Perte de section moyenne = 9%



Armatures dégagées présentant une perte de section = 24%



Perte de section moyenne des barres avec perte de section = 37%

Murs ancrés, quels sont les types de dégâts ?



Photos: De Cerenville Géotechnique SA

Dégâts constatés : fil/barre/toron rompu ou totalement rompu
Les ruptures se produisent le plus souvent derrière la tête, plus rarement au début de la zone de scellement.

Murs ancrés, statistiques et types de dégâts

RN	Année construction	Nbre d'ancrage	Type	Nbre testés	Nbre de tirants avec dégâts constatés	% de tirants avec dégâts sur le nbre des tirants testés
N9 – Vennes-Chexbres	~1967-1972	~4'200	à adhésion totale	57	5	9%
N12 – Vevey-Châtel	~1978-1981	~320	à longueur libre sans DPA	47	8	17%
N5 – La Neuveville-Bienne	~1973-1986	~1'000	à adhésion totale et à longueur libre sans DPA	~80	9	11%

DPA : Double protection anticorrosion

Tous les murs ancrés étaient sans surveillance !
Rappel : directive OFROU 12005 sur les tirants d'ancrage = obligation de surveiller.

Murs en maçonneries, quels sont les types de dégâts ?

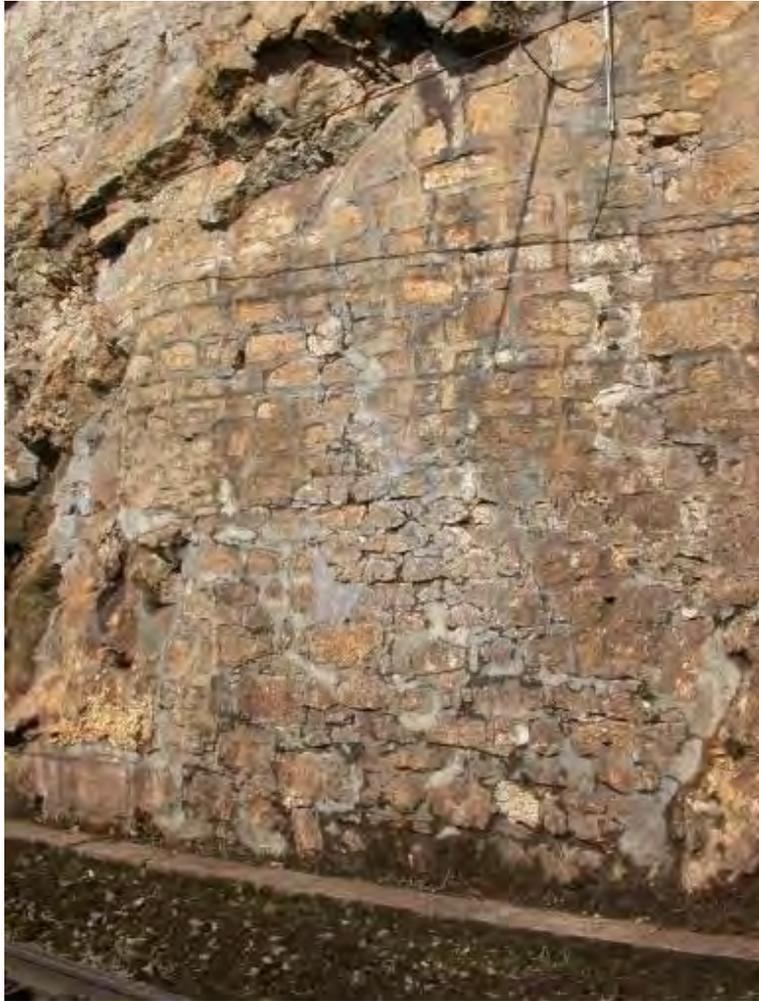


Photo :Materialtechnik am Bau AG

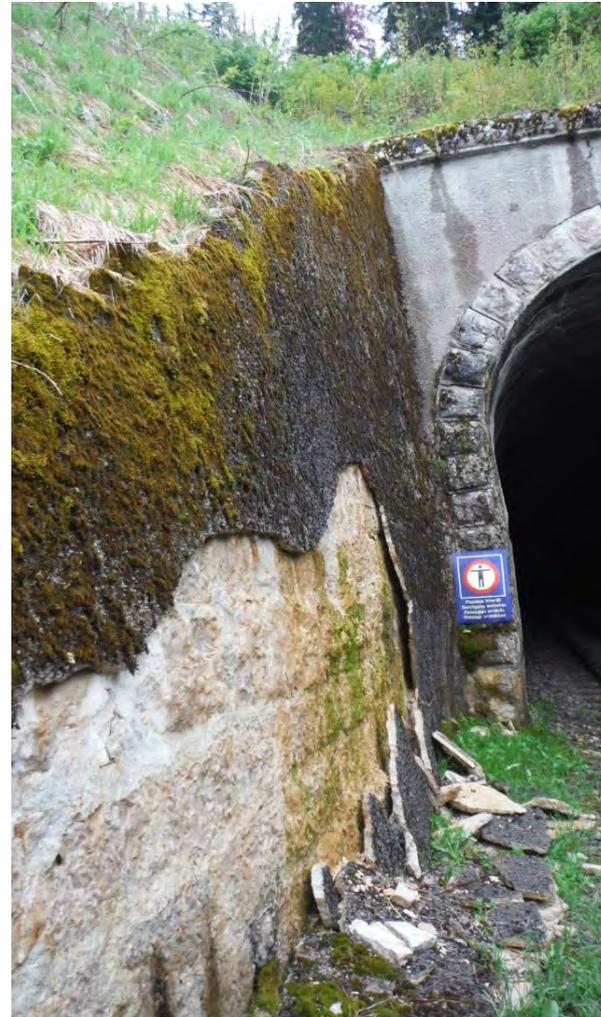


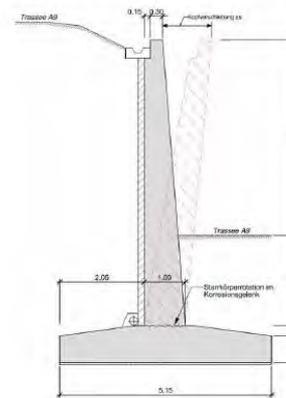
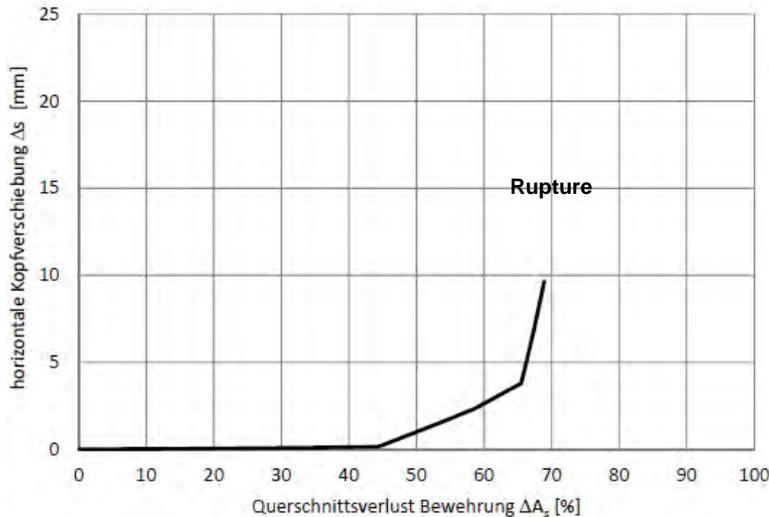
Photo : OPAN concept SA

- Humidité
- Couverture végétale
- Déformations (ventres, bosses, basculements)
- Fissures
- Mortier de jointoyage et de maçonnerie
- Pierres de maçonneries

Mécanisme de rupture? Murs à semelles

«Le mécanisme de rupture est à considérer de type fragile»

Dr. Vollenweider, 17.12.2012



«Le déplacement maximal de la tête Δs_{max} juste avant la rupture est inférieur à 10 mm (pour un mur d'environ 6m de haut), car les contraintes dans l'acier ainsi que les allongements ont lieu seulement sur une longueur limitée, c'est-à-dire dans la zone de la rotule induite par la corrosion» Dr Vollenweider, 17.12.2012



Photo: ASFINAG

Mécanisme de rupture?

Murs ancrés

- En fonction du type d'ancrage → Rupture en raison du manque de protection contre la corrosion.
- Une rupture fragile et en chaîne est possible.

Murs en maçonneries

- La rupture dépend des cas, une rupture subite est possible.

Evaluation de l'état selon la directive OFROU 12002 (base SIA 469)

Dans le cadre de l'inspection, l'état de l'ouvrage et de ses éléments doit être apprécié et caractérisé. Pour ce faire, les classes d'état suivantes sont à utiliser :

- «1» en bon état** : aucun dégât (dégâts insignifiants).
- «2» en état satisfaisant** : dégâts mineurs n'ayant pas d'influence sur la sécurité et le fonctionnement, mais pouvant évoluer vers l'état 3.
- «3» en état défectueux** : dégâts de moyenne importance.
- «4» en mauvais état** : dégâts importants.
- «5» en état alarmant** : la sécurité est compromise, des interventions sont nécessaires avant la prochaine inspection principale; intervention pressante.
- «9» en état incontrôlable** : éléments non observables.

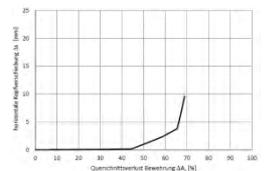


➤ **La face visible ne donne aucune information sur les éléments structuraux essentiels des murs à semelles et ancrés.**



Synthèse

- Les ouvrages ancrés et les murs à semelles atteignent 50 ans d'existence et les murs en maçonneries un siècle.
- L'inspection visuelle ne permet pas de se prononcer sur l'état réel de l'ouvrage.
- Les murs présentent un dangers pour les utilisateurs.
- Le mécanisme de rupture est de type «majoritairement» fragile, sans signes avant-coureurs!
Moyens de surveillance très limités.



Que faire?



Constat

- Grand nombre d'ouvrages.
- Âge avancé.
- Potentiel de dégâts important.
- Dégâts invisibles → Aveugle face aux dégâts potentiels.
- Ressources limitées, les engager aux bons endroits.

Solution



1. Maîtriser le patrimoine des murs.



2. Prioriser les interventions pour optimiser l'efficacité des moyens engagés et minimiser le risque résiduel.

Un grand patrimoine!



Photo: Col Stelvio /web pixabay.com

Pour maîtriser ses risques, il faut connaître son patrimoine



Photo: www.studyrama.com

Maîtrise de l'inventaire

Priorisation des interventions – analyse de risques

Conséquence d'une ruine – standard de remise en état

Exemple OFROU

4 standards de remise en état

- Maximal = Grande influence sur la RN
- Normal = Influence moyenne sur la RN
- Minimal = Faible influence sur la RN
- Ecarté = Ouvrages non ancrés $h_{\max} \leq 1.5$ m

Priorisation des interventions – matrice des risques

Murs à haut potentiel de dégradation et à type de rupture fragile.

Remarques :

- Ce critère peut augmenter la catégorie d'ampleur
- Préjudice d'image?

Autres murs

Légende

Domaine blanc :

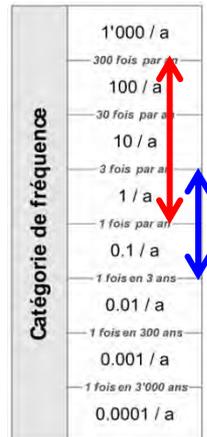
Scénarios qui ne requièrent pas de mesures impératives.

Domaine orange :

Scénarios qui impliquent une décision au cas par cas si des mesures complémentaires visant à réduire les risques sont indiquées.

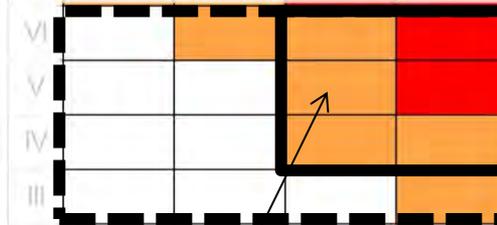
Domaine rouge :

Scénarios qui requièrent une étude approfondie.



Standard d'ampleur

Zone de risques de tous les murs de soutènement



Zone de risques prioritaires

Maximal

Normal

Minimal

1^{ère} priorisation

Murs à haut potentiel de dégradation avec standard d'ampleur « Maximal », type de mur et année de construction.

2^{ème} priorisation par l'ingénieur:

1. Hauteur du mur.
2. Trafic journalier moyen.
3. Possibilité de déviation.
4. Qualité des données de bases (Plans d'archives).
5. % de la route atteinte.
6. Etc.....

	< 3 BL	3 BL 1 – 3 BG	1 – 3 D	3 – 30 D	30 – 300 D	> 300 D
Dommages aux personnes [D]						
Dommages financiers et matériels [CHF]	< 300'000	300'000 – 3 mio	3 mio – 30 mio	30 mio – 300 mio	300 mio – 3 mia	> 3 mia.
Atteinte à l'environnement [-]	très faible	faible	moyen	important	très important	catastrophique
Limitation de la disponibilité des routes nationales [-]	très faible	faible	moyen	important	très important	catastrophique
Restriction de l'activité de l'Office [-]	très faible	faible	moyen	important	très important	catastrophique
	Catégorie d'ampleur					

Ref : Gestion des risques OFROU, Synthèse du concept de base (ASTRA 89003, Edition 2010 V1.10), Matrice des risques / Adaptation GUMA

Evaluation de l'état avec investigations si opportunes.



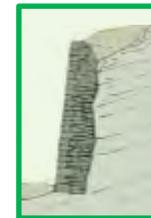
Ouvrages de soutènement à semelles:

- Investigations destructives (carottages, hydrodémolition, puits).



Ouvrages en maçonneries

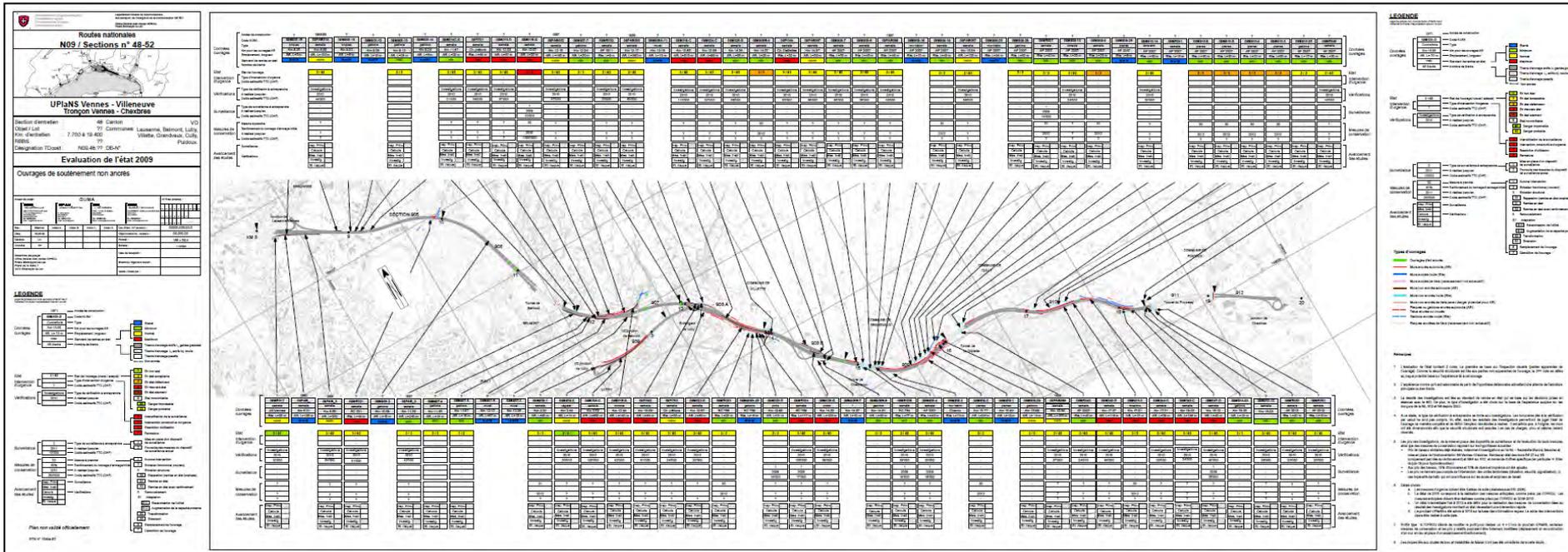
- Inspections visuelles.
- Carottage (type de mur + épaisseur) pour identifier le type de mur (mur poids, parement, ...) et sa composition.



Ouvrages ancrés

- Essais de traction sur ancrages existants.

Exemple 1 : OFROU A9 Vennes - Villeneuve



Exemple 2 : Etat de Vaud DGMR

DEPARTEMENT DES INFRASTRUCTURES
SERVICE DES ROUTES
 Infrastructures routières

RC 1034 Rubrique: Les Routes

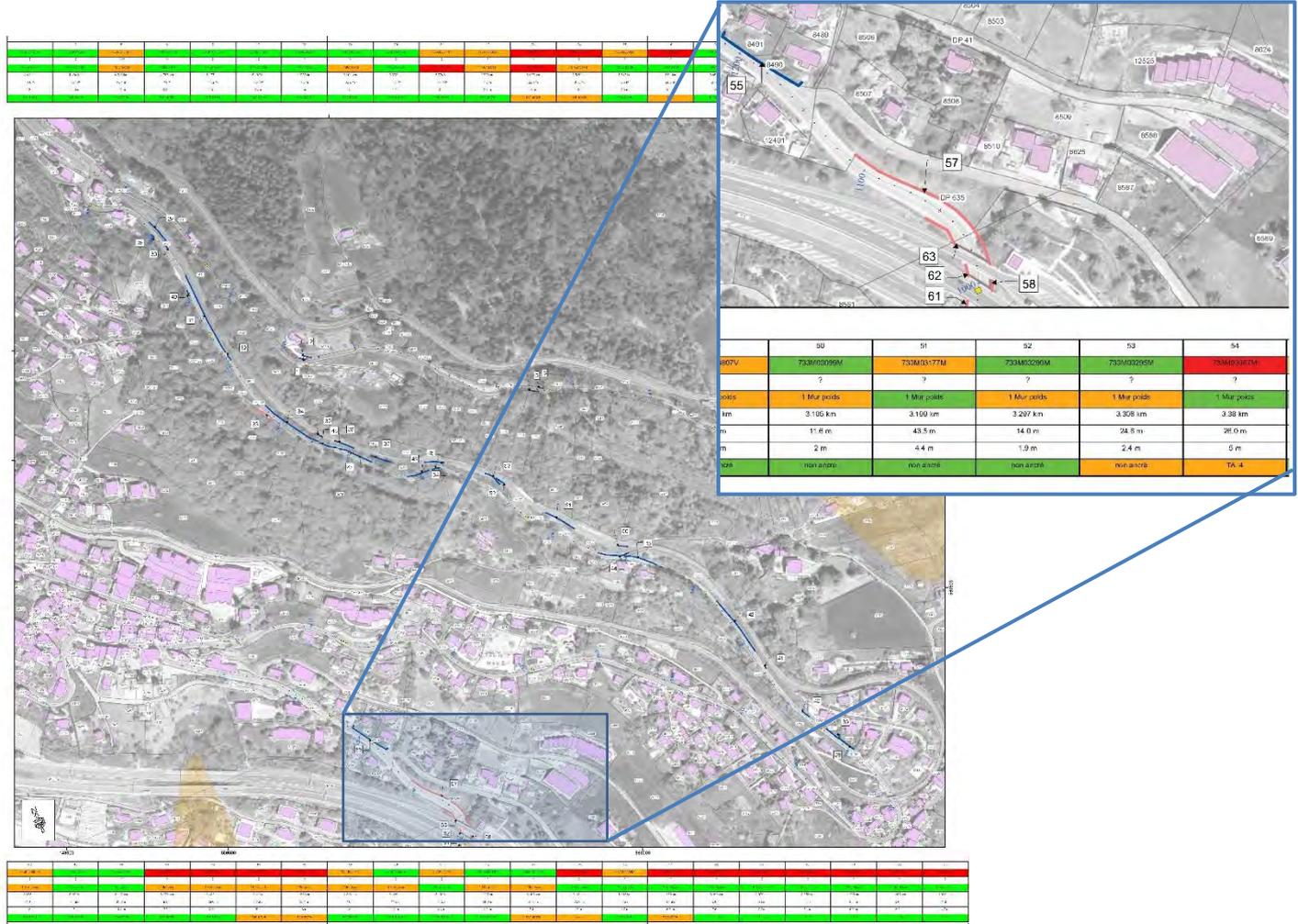
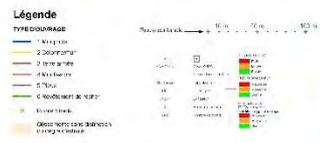
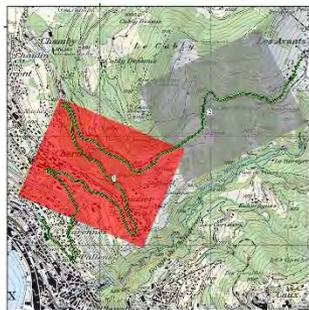
COMMUNE
MONTREUX


INVENTAIRE DES OUVRAGES DE SOUTÈNEMENT
ET ANALYSE DES RISQUES
SITUATION
 N°11.037 - S.45

Groupement DOC: 052, via Po. Oner de G. G. V. R. A. Code de projet: 110371 Plan et à l'échelle: 1:2500
 1024.104.010 Date: 11.2011 (Préparé par: B. B. B. B. B.)

DISTRIBUTION AUTORISÉE PAR LE TITULAIRE DE L'OUVRAGE

OUV	NON	DATE:
1	07/16	04/09
2	21/12/2011	
3		
4		



	50	51	52	53	54
PROV.	733070099M	733070177M	733070280M	733070295M	733070371M
long.	1 Mur poids				
km	3.106 km	3.100 km	3.297 km	3.359 km	3.38 km
m	11.6 m	48.5 m	14.0 m	28.0 m	26.0 m
m	2 m	4.4 m	1.9 m	2.4 m	5 m
cat.	non analysé	non analysé	non analysé	non analysé	TA 4

Exemple 2 : Etat de Vaud DGMR

Tableau récapitulatif par RC

Groupement DOC RC 733d – Montreux – Les Avants

Code Ruba	N°/Nom	Type	Km moyen	Longueur L	Hauteur max.	Hmax x L	Surface visible	Nombre de tirants	Dangers				Note	
									Type (1)	Position (3)	Etat (2)	Journalement (4)		
733M04428M	1	1 Mur poids	Km 4.4	L=11 m	Hmax = 1.3 m	14 m2	8 m2	non ancré	1	2	1	1	0	1.08
733M04428M	2	1 Mur poids	Km 4.4	L=13 m	Hmax = 0.9 m	11 m2	9 m2	non ancré	1	1	1	1	0	0.83
733M04739V	5	1 Mur poids	Km 4.7	L=13 m	Hmax = 2.4 m	31 m2	16 m2	non ancré	1	3	2	2	0	1.67
733M04754M	6	1 Mur poids	Km 4.8	L=4 m	Hmax = 0.9 m	4 m2	3 m2	non ancré	1	2	1	1	0	1.08
733M05170M	7	1 Mur poids	Km 5.2	L=14 m	Hmax = 1.5 m	21 m2	19 m2	non ancré	1	2	2	1	0	1.25
733M05189M	8	1 Mur poids	Km 5.2	L=11 m	Hmax = 1.7 m	19 m2	14 m2	non ancré	1	3	2	1	0	1.50
733M05194M	13	1 Mur poids	Km 5.7	L=52 m	Hmax = 2.0 m	101 m2	77 m2	non ancré	1	3	2	3	0	1.75
733M05194M	15	1 Mur poids	Km 5.8	L=43 m	Hmax = 2.7 m	116 m2	83 m2	non ancré	1	3	2	2	0	1.75
733M05506V	16	1 Mur poids	Km 5.8	L=36 m	Hmax = 1.7 m	61 m2	44 m2	non ancré	1	3	2	1	0	1.58
733M05872V	17	1 Mur poids	Km 5.8	L=6 m	Hmax = 1.5 m	9 m2	8 m2	non ancré	1	2	2	1	0	1.33
733M05910V	19	1 Mur poids	Km 5.9	L=40 m	Hmax = 1.8 m	72 m2	63 m2	non ancré	1	3	2	1	0	1.58
733M05906M	20	1 Mur poids	Km 5.9	L=32 m	Hmax = 4.4 m	142 m2	98 m2	non ancré	1	3	3	1	0	1.75
733M05937M	21	1 Mur poids	Km 6.0	L=27 m	Hmax = 5.0 m	135 m2	103 m2	non ancré	0	3	3	1	0	1.50
733M05948V	22	1 Mur poids	Km 6.0	L=8 m	Hmax = 1.2 m	10 m2	8 m2	non ancré	1	2	1	2	0	1.33
733M06043M	23	1 Mur poids	Km 6.2	L=70 m	Hmax = 3.1 m	217 m2	90 m2	non ancré	1	3	3	2	0	1.67
733M06043M	24	1 Mur poids	Km 6.4	L=41 m	Hmax = 2.7 m	111 m2	78 m2	non ancré	1	3	2	2	0	1.58
733M06438V	25	1 Mur poids	Km 6.5	L=30 m	Hmax = 2.7 m	81 m2	64 m2	non ancré	1	3	2	1	0	1.75
733M06565V	26	1 Mur poids	Km 6.6	L=6 m	Hmax = 2.2 m	13 m2	12 m2	non ancré	1	2	2	0	0	1.08
733M06604M	27	1 Mur poids	Km 6.6	L=10 m	Hmax = 1.8 m	18 m2	12 m2	non ancré	1	3	2	0	2	1.50
733M06604M	28	1 Mur poids	Km 6.6	L=10 m	Hmax = 1.8 m	18 m2	12 m2	non ancré	1	2	1	2	0	1.25
733M03885M	29	1 Mur poids	Km 6.6	L=32 m	Hmax = 1.5 m	48 m2	44 m2	non ancré	1	2	2	1	0	1.25
733M03873M	30	1 Mur poids	Km 6.6	L=11 m	Hmax = 1.7 m	19 m2	19 m2	non ancré	1	3	2	1	0	1.50
733M03717M	31	1 Mur poids	Km 6.8	L=115 m	Hmax = 3.0 m	351 m2	312 m2	non ancré	1	3	3	1	0	1.67
733M03705M	32	1 Mur poids	Km 6.7	L=7 m	Hmax = 2.3 m	16 m2	15 m2	non ancré	1	3	2	2	0	1.67
733M03717M	33	1 Mur poids	Km 6.6	L=22 m	Hmax = 3.0 m	65 m2	40 m2	non ancré	3	3	2	1	0	1.67
733M03717M	34	1 Mur poids	Km 6.6	L=84 m	Hmax = 4.9 m	412 m2	331 m2	non ancré	1	3	3	2	0	1.67
733M03540M	35	1 Mur poids	Km 6.5	L=5 m	Hmax = 4.5 m	22 m2	24 m2	non ancré	1	3	3	1	0	1.67
733M03540M	36	1 Mur poids	Km 3.5	L=27 m	Hmax = 4.6 m	124 m2	103 m2	TA7	1	3	3	1	3	1.67
733M03444M	37	1 Mur poids	Km 3.5	L=27 m	Hmax = 1.8 m	49 m2	27 m2	non ancré	1	3	2	1	0	1.50
733M02694M	38	1 Mur poids	Km 2.7	L=24 m	Hmax = 1.8 m	43 m2	31 m2	non ancré	1	3	2	1	0	1.50
733M02720M	39	1 Mur poids	Km 2.7	L=27 m	Hmax = 2.9 m	78 m2	44 m2	non ancré	1	3	2	2	0	1.67
733M02767M	40	1 Mur poids	Km 2.8	L=11 m	Hmax = 0.9 m	10 m2	9 m2	non ancré	1	3	1	2	0	1.50
733M02854M	41	1 Mur poids	Km 2.9	L=2 m	Hmax = 7.2 m	14 m2	14 m2	non ancré	1	3	3	1	0	1.67
733M02881M	42	1 Mur poids	Km 2.9	L=84 m	Hmax = 1.8 m	151 m2	101 m2	non ancré	1	3	2	2	0	1.67
733M03057M	43	1 Mur poids	Km 3.1	L=44 m	Hmax = 2.0 m	88 m2	72 m2	non ancré	1	3	2	1	0	1.50
733M03097M	44	1 Mur poids	Km 3.1	L=40 m	Hmax = 1.4 m	56 m2	51 m2	non ancré	1	3	1	2	0	1.50
733M03177M	45	1 Mur poids	Km 3.4	L=10 m	Hmax = 2.3 m	22 m2	22 m2	non ancré	1	3	2	3	0	1.67
733M03177M	46	1 Mur poids	Km 3.4	L=30 m	Hmax = 2.3 m	69 m2	64 m2	non ancré	1	3	2	3	0	1.67
733M03177M	47	1 Mur poids	Km 3.5	L=48 m	Hmax = 5.0 m	230 m2	199 m2	non ancré	1	3	3	3	0	1.67
733M03177M	48	1 Mur poids	Km 3.5	L=23 m	Hmax = 3.0 m	69 m2	67 m2	non ancré	1	3	3	2	0	1.67
733M03807V	49	1 Mur poids	Km 3.8	L=8 m	Hmax = 1.8 m	14 m2	10 m2	non ancré	1	3	2	2	0	1.67
733M03096M	50	1 Mur poids	Km 3.1	L=12 m	Hmax = 2.0 m	24 m2	15 m2	non ancré	1	1	2	1	0	1.00
733M03177M	51	1 Mur poids	Km 3.2	L=44 m	Hmax = 4.4 m	194 m2	124 m2	non ancré	1	3	3	1	0	1.67
733M03260M	52	1 Mur poids	Km 3.3	L=14 m	Hmax = 1.9 m	27 m2	21 m2	non ancré	1	2	2	1	0	1.25

Analyse de risques => priorisation

Canton de Vaud
Département des Infrastructures
Service des routes - Infrastructures routières

RC 731d - Les Planches - Caux

MUR : 731M05849M
ID MUR: 46

1 Mur poids
1.2 Maçonnerie (moellons jointoyés)
1.2.1 Sans rien

		Intensité du risque			
		Inexistant note 0	Faible note 1	Moyen note 2	Fort note 3
Pondération du risque	1	ANCRAGE GLISSEMENT			
	2			ETAT HAUTEUR	POSITION
	3		TYPE		

Risque pour la RC: Fort Moyen Faible
1.67

Accessibilité
Gouronnement: Non pente en herbe

Pied: Oui rc

Equipements
Syst. de retenue: Non

Canalisations: Oui chambres amont

Investigations complémentaires
Pas d'investigation

Observations
nombreux joints cassés particuliers

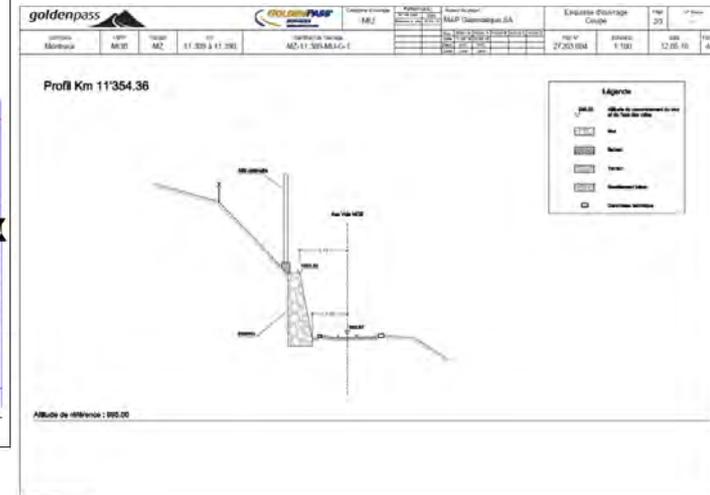
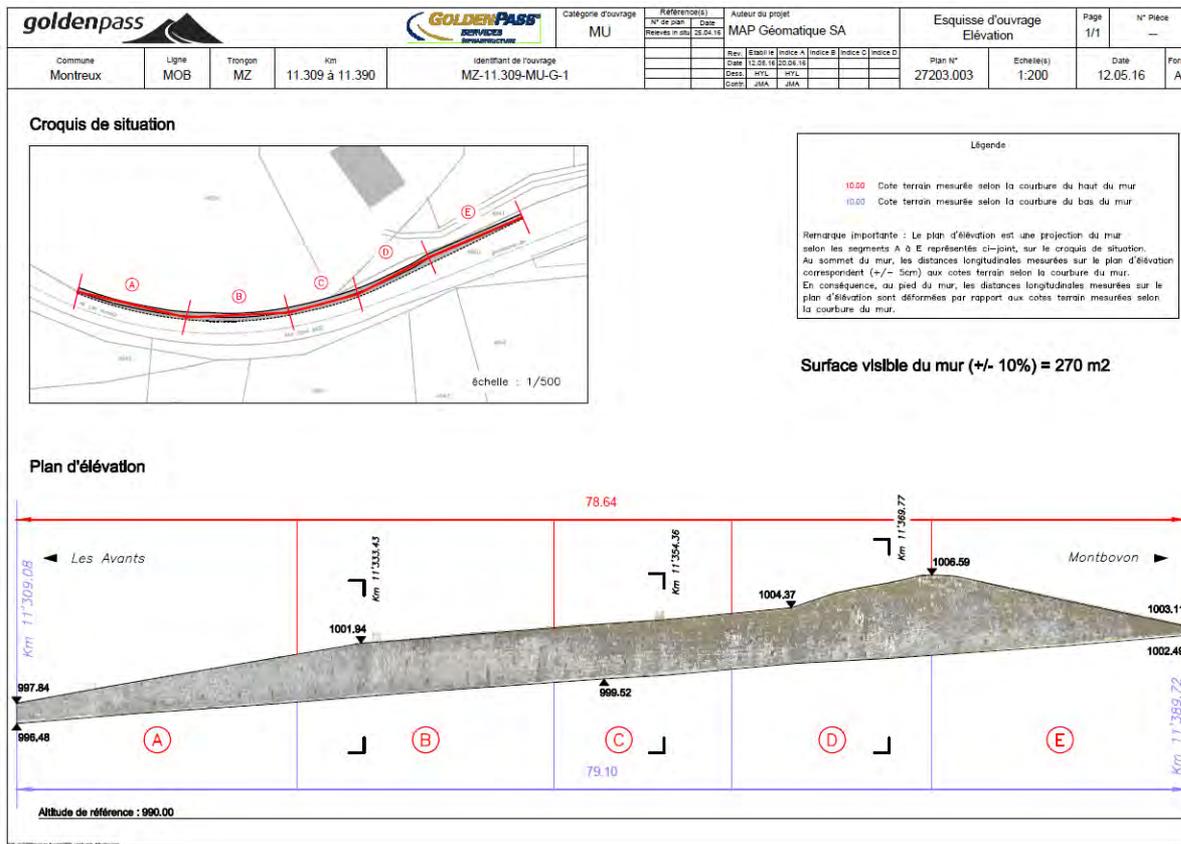
Fiche établie par Groupement DOC - MPC
Date : 11/09/2013



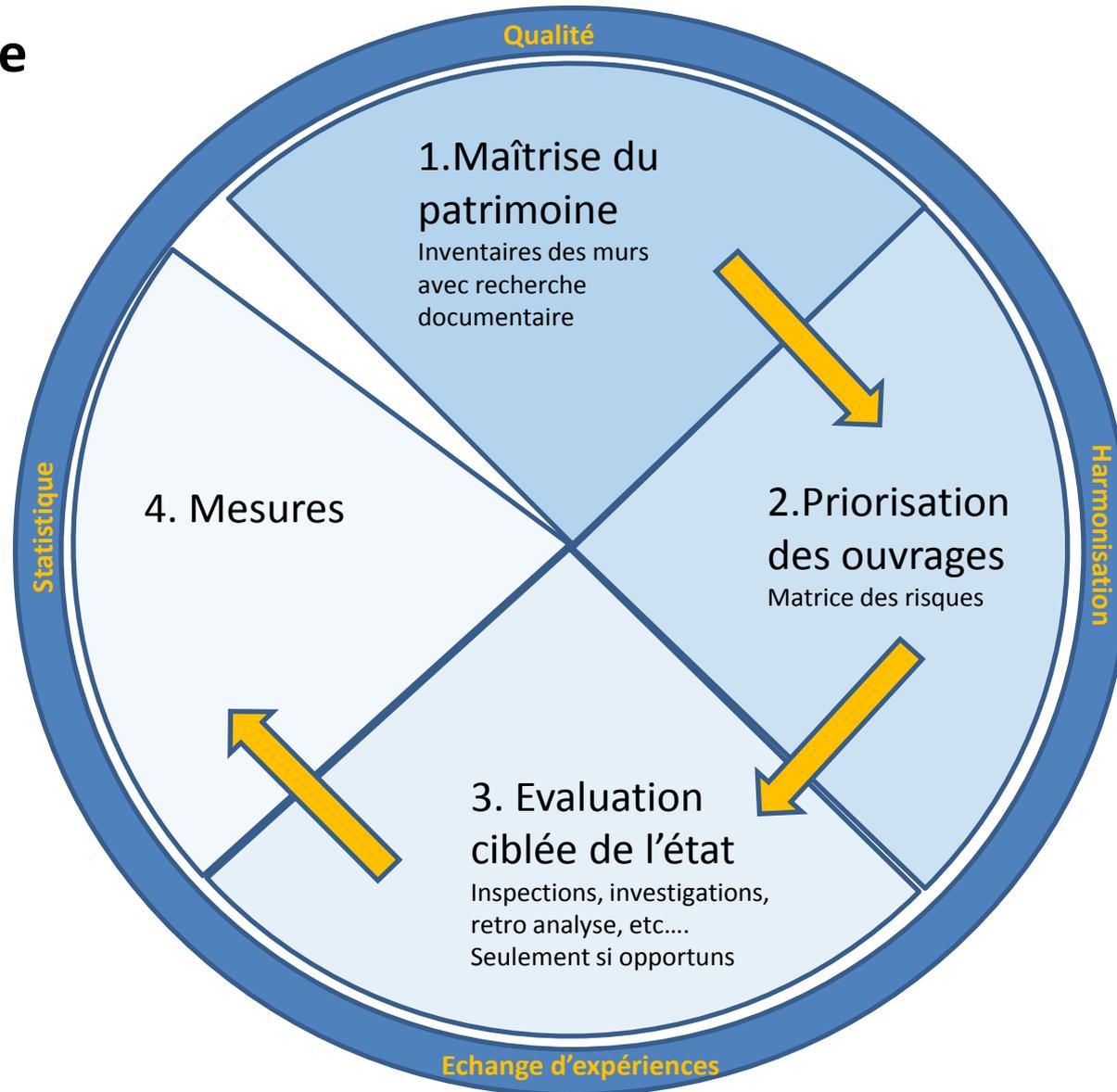
Fiche par mur

Exemple 3 : GoldenPass

Avec moyens géodésiques avancés permettant de compter l'inventaire initial avec la surveillance des murs en maçonneries.



Stratégie



Références

1. Directives OFROU: 12002 «Surveillance et entretiens des ouvrages d'arts des RN» et 12005 «Tirants d'ancrages».
2. OFROU -Etude pilote 2012 – 2014 , évaluation de l'état des murs de soutènement béton à semelles, décembre 2014.
(Etude GUMA en collaboration avec Dr. Vollenweider AG / TFB / SGK)
3. Articles Tracé 21/2015 et Tec21 4/2016.
4. Etude statistique entre 2007 et 2012 (GUMA 5.11.13).
5. Rapport «Synthèse et retour d'expérience» - (GUMA 8.5.2014).
6. Présentation GUMA – Rencontre OFROU – ASFINAG (A) – 17.03.2015.
7. Divers mandats GUMA en lien avec les murs de soutènement depuis 2002
(Confédération, cantons, communes, privés)

Synthèse

1. Les murs présentent une menace.
2. L'inspection ne permet pas de qualifier l'état.
3. Le patrimoine doit être maîtrisé puis priorisé.
4. L'optimisation des mesures limite le risque résiduel.
5. Des moyens financiers doivent être attribués.



SAVE THE DATE!

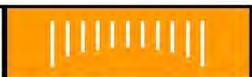
Matinée GUMA d'information et d'échange
Murs de soutènement et falaises
Des outils pour maîtriser son patrimoine et
ses risques.

**Le vendredi 24.03.2017 de 8h30 à 13h30
à Lausanne**

Merci de votre attention

GUMA

DE CERENVILLE
GEOTECHNIQUE 

OPAN 
C O N C E P T

NORBERT
GÉOLOGIE DE L'INGÉNIEUR
ET HYDROGÉOLOGIE

NORBERT SA
GÉOLOGUES-CONSEILS