

Rapport d'Inspection Détaillée

Mur de soutènement à Bussang sur RN66



JUIN 2024

Le Cerema est un établissement public sous la tutelle du ministère de la Transition écologique et de la cohésion des territoires, présent partout en métropole et dans les Outre-mer grâce à ses 26 implantations et ses 2 400 agents. Détenteur d'une expertise nationale mutualisée, le Cerema accompagne l'État et les collectivités territoriales pour la transition écologique, l'adaptation au changement climatique et la cohésion des territoires par l'élaboration coopérative, le déploiement et l'évaluation de politiques publiques d'aménagement et de transport.

Doté d'un fort potentiel d'innovation et de recherche incarné notamment par son institut Carnot Clim'adapt, le Cerema agit dans 6 domaines d'activités : Expertise & ingénierie territoriale, Bâtiment, Mobilités, Infrastructures de transport, Environnement & Risques, Mer & Littoral.

Site web : www.cerema.fr

Rapport d'Inspection Détaillée Périodique

Mur de soutènement sur RN66 à Bussang

Commanditaire : DIR Est

Auteur : **Hugo LAVAL**

Responsable du rapport

Hugo LAVAL – Agence de Strasbourg – Groupe « Ouvrages d'Art »
Tél. : +33(0)3 88 77 79 20 – Port. : +33(0)3 88 77 79 20
Courrier : hugo.laval@cerema.fr
Agence de Strasbourg – 11 rue Jean Mentelin – 67035 Strasbourg

Historique des versions du document


Version	Date	Commentaire
0	6 août 2024	
1	4 septembre 2024	Correction des plans. Validation de Michaël NAUDAN
2	23 septembre 2024	Ajout du PR de début (34+170) et de fin (34+285) de la zone inspectée

Références

N° d'affaire : 2024-74-043

Partenaires : DIR Est

Devis n°DE-2024-0031126 du 20/03/2024

Nom	Service	Rôle	Date	Visa
Hugo LAVAL	Groupe « Ouvrages d'Art »	Auteur principal	6 août 2024	
Fabien CHIAPPINI	Groupe « Ouvrages d'Art »	Contributeur	24 juin 2024	
Michaël NAUDAN	Groupe « Ouvrages d'Art »	Relecteur	1 ^{er} août 2024	
Michaël NAUDAN	Groupe « Ouvrages d'Art »	Valideur	4 septembre 2024	

Résumé de l'étude :

Le mur de soutènement à l'entrée de Bussang (88) est situé entre la RN66 et La Moselle. Une partie du mur a subi un effondrement en 2023. Par mesure de sécurité, un alternat de circulation a été mis en place. La circulation s'effectue sur la chaussée la plus éloignée du mur.

Le Cerema – Agence de Strasbourg a été sollicité par la DIR Est pour effectuer l'inspection détaillée de ce mur en aval et en amont de la zone effondrée. Cette inspection s'inscrit dans une démarche de diagnostic de l'ouvrage.

Sommaire

1 IDENTIFICATION DU MUR	6
2 CARACTERISTIQUES GENERALES	8
2.1 Typologie et caractéristiques géométriques.....	8
2.2 Plan général du linéaire de mur inspecté	9
3 CONCEPTION, EXECUTION.....	11
4 VIE DE L'OUVRAGE	11
5 CONSTATATIONS	12
5.1 Zone d'influence	14
5.1.1 En partie supérieure du mur.....	14
5.1.2 En partie contrebas du mur.....	14
5.2 Equipement	14
5.2.1 En partie supérieure du mur.....	14
5.2.2 En contrebas du mur.....	14
5.3 Drainage	15
5.3.1 En partie supérieure du mur.....	15
5.3.2 A l'intérieur du mur.....	15
5.4 Structure.....	16
5.4.1 Section 0-2m.....	16
5.4.2 Section 2-4 m.....	16
5.4.3 Section 4-6m.....	16
5.4.4 Section 6-8m.....	16
5.4.5 Section 8-10m.....	17
5.4.6 Section 10-12m.....	17
5.4.7 Section 12-14m.....	17
5.4.8 Section 14-16m.....	17
5.4.9 Section 16-18m.....	18
5.4.10 Section 18-20m.....	18
5.4.11 Section 20-22m.....	18
5.4.12 Section 22-24 m.....	18
5.4.13 Section 24-26m.....	19
5.4.14 Section 26-28m.....	19
5.4.15 Section 28-30m.....	19
5.4.16 Section 30-33,5m (zone partiellement effondrée).....	20
5.4.17 Section 33,5-39,2m (zone effondrée)	20
5.4.18 Section 39,2-46,9m (zone fissurée)	20
5.4.19 Section 46,9-50m (zone fissurée)	21

5.4.20	Section 50-55m.....	21
5.4.21	Section 55-60m.....	21
5.4.22	Section 60-65m.....	21
5.4.23	Section 65-70 m.....	21
5.4.24	Section 70-75 m.....	22
5.4.25	Section 75-80m.....	22
5.4.26	Section 80-90m.....	22
5.4.27	Section 90-95m.....	22
5.4.28	Section 95-100m.....	23
5.4.29	Section 100-105m.....	23
5.4.30	Section 105-110m.....	23
5.4.31	Section 110-115m (fin du mur).....	23
6	Note de synthèse.....	24
6.1	Analyse des constatations	24
6.2	Conclusions	25
7	ANNEXES.....	26
7.1	Cotation IQOA.....	26
7.1.1	Section 0-30m.....	26
7.1.2	Section 30m-33,5m (zone partiellement effondrée).....	28
7.1.3	Zone effondrée (section 33,5m-39,2m)	30
7.1.4	Section 39,2m-50m (zone fissurée)	30
7.1.5	Section 50m-115m.....	32
7.2	Plan de l'ouvrage	34
7.3	Plan des désordres.....	35
7.4	Dossier photos.....	36
7.4.1	Zone d'influence	36
7.4.2	Equipement.....	38
7.4.3	Drainage	42
7.4.4	Structure	45

1 IDENTIFICATION DU MUR

MAITRE D'OUVRAGE	:	DIR Est
SERVICE GESTIONNAIRE	:	SOA / POA4
COMMUNE	:	Bussang
VOIE SOUTENUE	:	RN66
P.R. OUVRAGE	:	34
COORDONNEES GPS	:	47°87'85.8"N 6°84'91.5"E
SITE	:	Entrée du village de Bussang (88081)
ELOIGNEMENT DU MUR PAR RAPPORT A LA CHAUSSEE	:	≈1m



Mur de soutènement à Bussang supportant la RN66



Mur de soutènement (en orange) à Bussang supportant la RN66

2 CARACTERISTIQUES GENERALES

2.1 Typologie et caractéristiques géométriques

TYPE DE STRUCTURE	: Mur poids
NATURE DES MATERIAUX EN PLACE	: Maçonneries de pierres jointoyées
EMPLACEMENT DU MUR	: Le mur soutient la RN66 et est longée en contrebas par La Moselle
LONGUEUR	: ≈290m
HAUTEUR VISIBLE	: Variable de 3m à 4,5m

2.2 Plan général du linéaire de mur inspecté

Par simplicité le mur a été divisé en plusieurs sections. En réalité ce mur est continu.

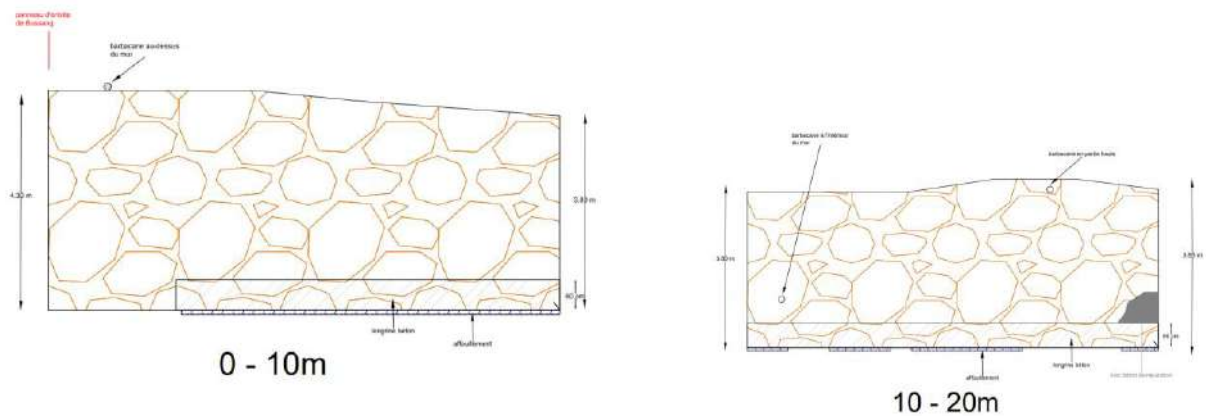
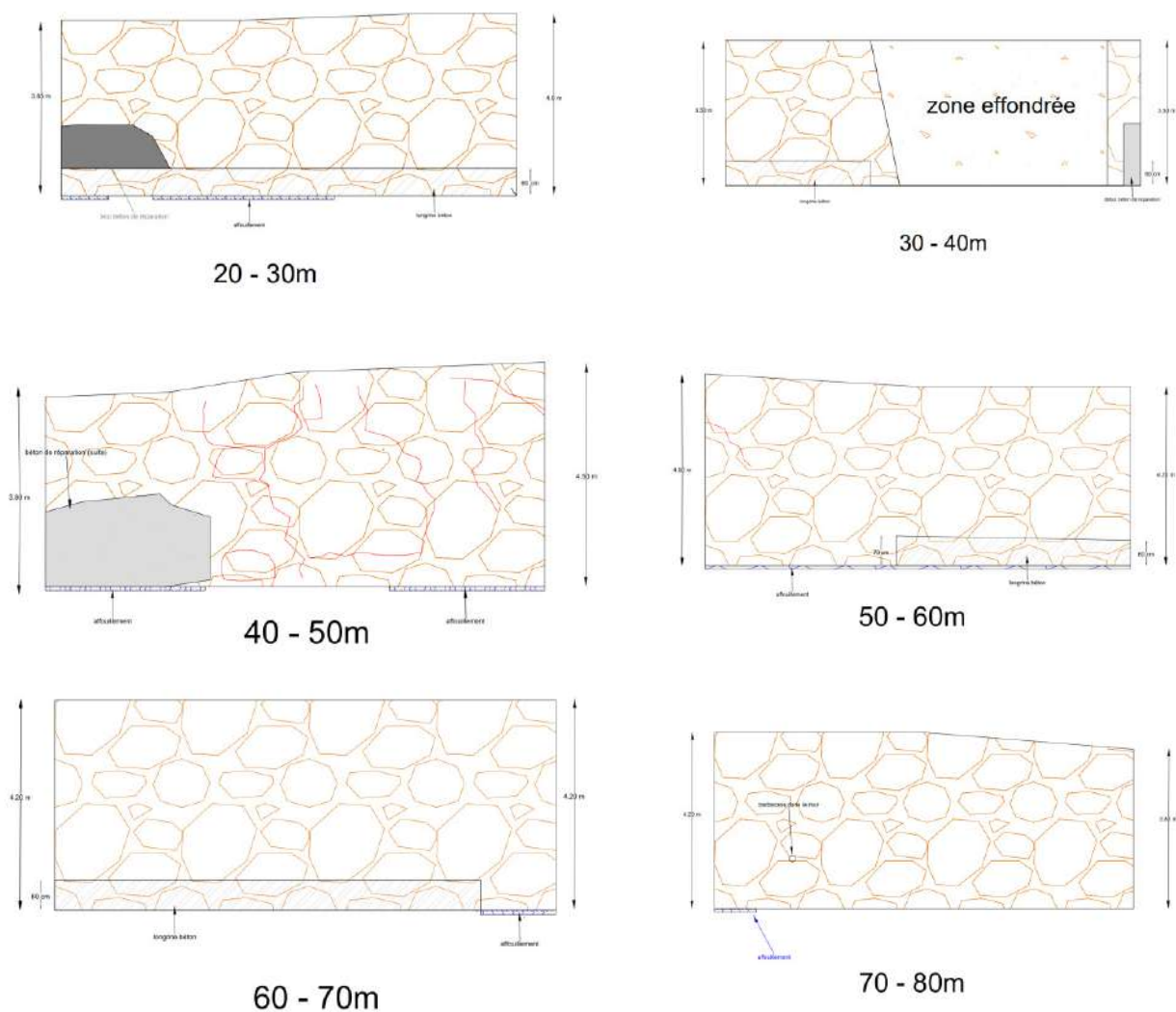


Figure 1 : Début de l'inspection panneau d'entrée de la commune de Bussang en aval de la zone effondrée (cote 0m)

Début PR 34+170



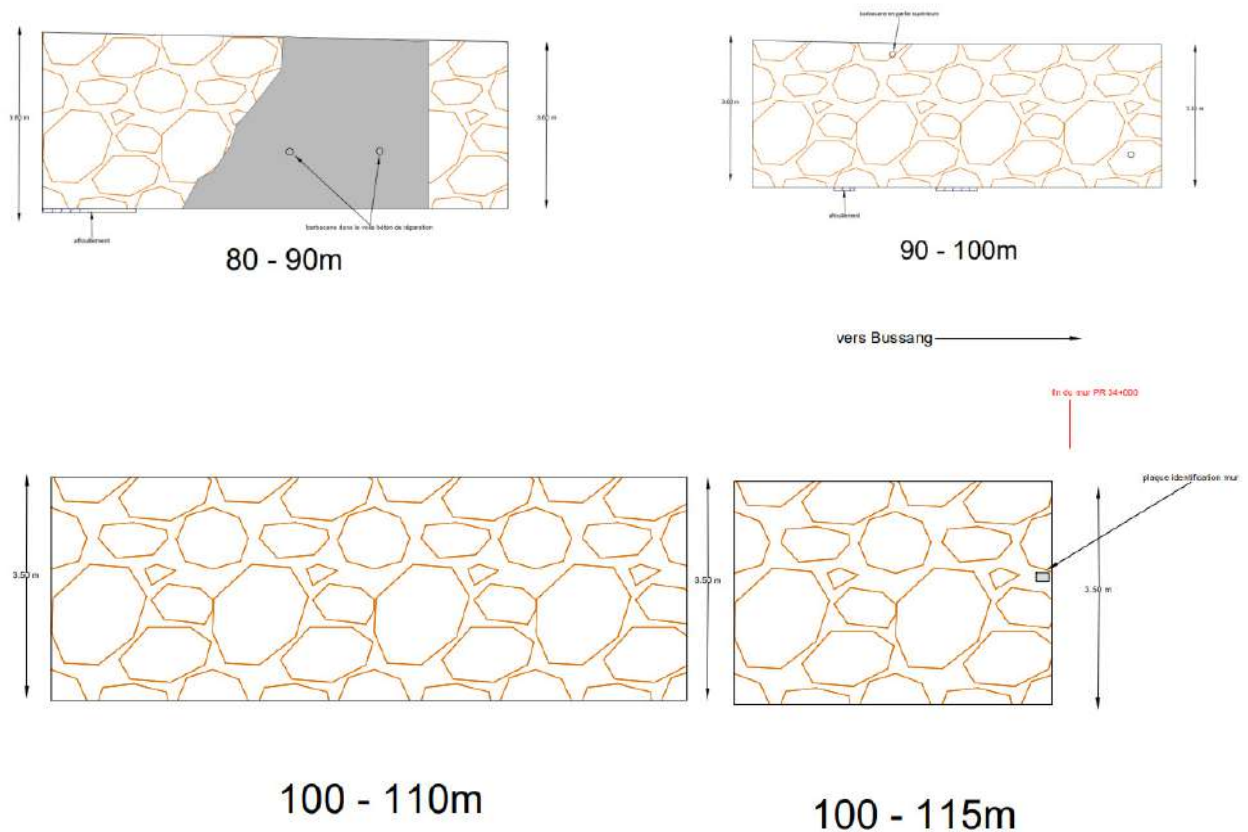


Figure 2 : Fin de l'inspection en amont de la zone effondrée (cote 115m)

Fin PR 34+285

Sur le linéaire inspecté le pied du mur est constitué par une longrine en béton probablement non armé. Cette longrine en béton semble avoir été coulée en place directement dans le lit de La Moselle.

Cette longrine est discontinue et ne concerne pas tout le linéaire inspecté. Elle est de dimensions variables : hauteur 70 à 50cm et de largeur 30 à 40cm.

On note également la présence d'anciennes réparations ponctuelles en béton dans les sections : 20 - 30m, 40 - 50m, 80 - 90m.

3 CONCEPTION, EXECUTION

ENTREPRISE CONSTRUCTICE : Inconnue
DATE DE CONSTRUCTION : Avant 1950

4 VIE DE L'OUVRAGE

DOCUMENTS DE REFERENCE

-date ou année de la dernière visite : 2019 par le CEI de Champigneulle
 IQOA

-date ou année de la dernière inspection détaillée : 2010 par le Cerema (ex-LRPC)

-emplacement du dossier : DIR Est
 d'ouvrage

TRAVAUX D'ENTRETIEN ET DE REPARATIONS REALISES

-entretien courant : Non connu

-entretien spécialisé : -Mise en place de pavés en partie supérieure du mur en 2023
 -Rejointoiement de la maçonnerie en 2023
 -Pose de barbacanes en 2023

-réparations : Des travaux réalisés par la SAERT et la DIR Est en 2012

TRAVAUX D'AMENAGEMENT REALISES : Non connu

INVESTIGATIONS OU SURVEILLANCES SPECIFIQUES : Rapport de diagnostic réhabilitation et consolidation du mur de Bussang par le bureau d'études Artelia datant d'avril 2022

DOCUMENTS DE REFERENCE : Non communiqués

REGIME DE SURVEILLANCE : Surveillance renforcée

MESURES DE SECURITE PARTICULIERES : -Neutralisation de la chaussée dir. Bussang
 -Mise en place d'un alternat

CONDITION DE L'INSPECTION

- date : Les 18 et 19 juin 2024

- équipe d'inspecteurs : M. Hugo LAVAL (Responsable d'activités Investigations et Pathologies OA) et M. Fabien CHIAPPINI (Technicien OA)

- matériel d'accès : A pied et Waders

- météo : Ensoleillé

-température ambiante : 27,3°C (le 18 juin 2024)

5 CONSTATATIONS

L'inspection détaillée concerne un linéaire de mur de 115m réparti en aval et en amont de la zone effondrée (du PR 34+170 au PR 34+285).



Figure 3 : Vue en plan du linéaire inspecté sur la longueur totale du mur (290m)

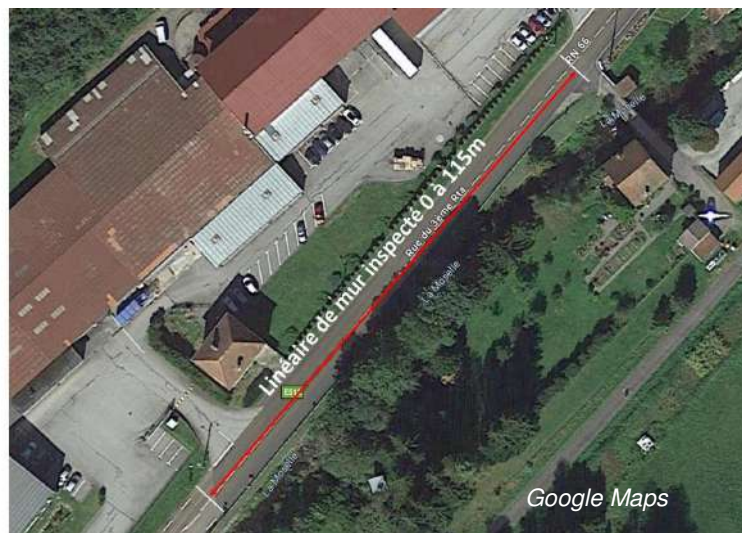


Figure 4 : Vue en plan du linéaire de mur inspecté (de 0 à 115m)



Figure 5 : Début de l'inspection (panneau d'entrée de Bussang cote 0m)



Figure 6 : Fin de l'inspection (fin de la glissière de sécurité)

5.1 Zone d'influence

5.1.1 En partie supérieure du mur

La partie supérieure du mur est constituée par la route nationale RN66. L'effondrement d'une partie du mur a conduit la DIR Est à mettre en place, par mesure de sécurité, un alternat à feu pour que la chaussée située en rive de mur (dir. Bussang) ne soit plus circulée. Une bâche de protection a également été mise en place ainsi qu'une bordure temporaire en béton pour contenir les eaux de ruissellement provenant de la chaussée.

5.1.2 En partie contrebas du mur

La Moselle est située en contrebas du mur. La rive opposée de La Moselle est bien stabilisée. Aucun risque d'obstruction du cours d'eau n'est à signaler aux abords de la structure.

Photos : Figure 7, Figure 8 et Figure 9.

5.2 Equipement

5.2.1 En partie supérieure du mur

A partir du panneau d'entrée Bussang, faisant office de cote 0m, nous avons relevé sur la chaussée :

- une reprise d'enrobé avec un pontage au bitume ;
- du faïençage généralisé sur les chaussées dir. Bussang et dir. Saint-Maurice-sur-Moselle ;
- plusieurs fissures transversales sur les chaussées dir. Bussang et dir. Saint-Maurice-sur-Moselle ;
- des arrachements réparés de l'enrobé ;
- plusieurs fissures longitudinales.

Sur les équipements provisoires mis en place après effondrement :

- un effritement du béton de la bordure temporaire servant à contenir les eaux de ruissellement ;
- des dépôts de sable devant la bordure temporaire en béton ;
- une légère stagnation d'eau sur la bâche due à un défaut de pente.

La glissière de sécurité est impactée par une légère déformation de son profil en long, de légères traces d'oxydation sur la lisse, le détachement de 3 montants verticaux dans la zone effondrée.

5.2.2 En contrebas du mur

Pas d'équipement en contrebas du mur.

Photos : Figure 10 à Figure 21.

5.3 Drainage

5.3.1 En partie supérieure du mur

La pente de la chaussée semble être orientée vers le mur avec une légère pente en toit. La rive du mur (accotement) est équipée d'une bâche de protection provisoire et de conduites d'évacuation en PVC. Ces tubes PVC sont positionnés au-dessus de la bâche de protection avec une légère pente transversale. Ils sont destinés à évacuer les eaux de ruissellement en cas de forts épisodes pluvieux.

Nous avons relevé :

- de légers dépôts devant les conduites d'évacuation des eaux de ruissellement situées à 5m et 65m depuis le panneau d'entrée dans Bussang.

5.3.2 A l'intérieur du mur

La partie du mur inspectée débute au panneau d'entrée dans Bussang et est référencée à la cote 0m et elle se poursuit 115m plus loin. A partir de ce repère, le mur est constitué d'un certain nombre de barbacanes.

En observant l'intérieur des barbacanes, nous avons constaté que la majorité d'entre-elles ne se poursuivaient pas dans le remblai situé à l'arrière du mur. Certaines sont également positionnées trop proches du parement à l'origine de traces de ruissellement dans les joints et sur les pierres.

Nous avons relevé :

- une barbacane en partie inférieure se terminant à l'intérieur du mur (section 0-2m) ;
- une barbacane se terminant à l'intérieur du mur (section 10-12m) ;
- une barbacane en partie basse se terminant probablement dans le matériau de remblai (section 22-24 m) ;
- une barbacane en haut du mur (section 55-60m) ;
- une barbacane vers la cote 71m se terminant à l'intérieur du mur (section 70-80m);
- une barbacane sur la section 75-80 m en partie supérieure du mur sous le couronnement en pavé ;
- deux barbacanes à 1,40m de hauteur dans l'ancien « voile » de réparation en béton (section 80-90m) ;
- une barbacane en partie supérieure du couronnement en pavé (section 90-95m) ;
- une barbacane vers la cote 100m se terminant à l'intérieur du mur ;
- une barbacane vers la cote 110m en partie basse du mur se terminant à l'intérieur du mur.

Photos : Figure 22 à Figure 33.

5.4 Structure

Le mur est repéré par des sections de longueur 2m depuis l'aval (panneau d'entrée dans Bussang) jusqu'à la zone partiellement effondrée (section 30-33,5m), puis s'ensuit la zone effondrée (section 33,5-39,2m), et enfin une zone fissurée (39,2-46m). La suite des sections est divisée par pas de 5m sauf la section (80-90m) ayant fait l'objet d'une ancienne réparation, avec le renforcement par un « voile » en béton (cf. 2.2 Plan général du linéaire de mur inspecté).

5.4.1 Section 0-2m

Il a été relevé sur cette section :

- la présence de végétation en partie inférieure entre la longrine en béton et le mur ;
- un effritement et une dislocation du mortier de rejointoiement ;
- mortier de rejointoiement peu cohérent à la base du mur avec de l'humidité provenant probablement du remblai.

Photos : Figure 34 à Figure 38.

5.4.2 Section 2-4 m

Il a été relevé sur cette section :

- la présence de mousse et de végétation dans les joints ;
- des nids de cailloux et des lacunes sur la longrine en béton d'une profondeur de 5cm ;
- un affouillement sous la longrine en béton de 40cm de profondeur et sur 25cm de longueur.

Photos : Figure 39 à Figure 44.

5.4.3 Section 4-6m

Il a été relevé sur cette section :

- la faible cohésion du mortier de rejointoiement, sonnante parfois creux ;
- la présence de mousse et de végétation dans les joints ;
- des traces de ruissellement dans les joints et sur les pierres ;
- des nids de cailloux et des lacunes de profondeur 7cm sur la longrine en béton ;
- une érosion du béton de la longrine ;
- un affouillement localisé sous la longrine de profondeur 62cm et sur une hauteur de 25cm.

Photos : Figure 45 à Figure 48.

5.4.4 Section 6-8m

Il a été relevé sur cette section :

- la faible cohésion du mortier de rejointoiement s'effritant et sonnante creux ;
- des nids de cailloux et des lacunes avec des profondeurs allant de 6 à 9cm sur la longrine en béton ;
- une reprise de bétonnage ;
- un affouillement localisé sous la longrine en béton de 62cm de profondeur et 29cm de hauteur.

Photos : Figure 49 à Figure 52.

5.4.5 Section 8-10m

Il a été relevé sur cette section :

- la faible cohésion du mortier de rejointoiement avec la présence de mousse et de moisissure ;
- des nids de cailloux et une lacune de béton sur la longrine sur 35cm de long et 25cm de haut ;
- des affouillements localisés sous la longrine entre les cotes 8m et 10m (de profondeur 50cm à l'aval, 21cm à l'amont et 20cm de hauteur) ;
- des fissures d'ouvertures supérieures à 1cm sur le béton de la longrine ;
- un léger bombement du mur.

Photos : Figure 53 à Figure 58.

5.4.6 Section 10-12m

Il a été relevé sur cette section :

- la faible cohésion du mortier de rejointoiement parfois sonnant creux et se décollant ;
- de la végétation et de la mousse traduisant la présence d'humidité ;
- une érosion avec une lacune de béton sur la longrine sur une profondeur de 7cm et une longueur de 140cm ;
- un affouillement sous la longrine localisé vers la cote 10m sur une profondeur de 23cm et une hauteur de 13cm ;
- une fracture à mi-largeur sur la longrine en béton ;
- un léger bombement du mur à mi-hauteur et localisé à la cote 12m.

Photos : Figure 59 à Figure 64.

5.4.7 Section 12-14m

Il a été relevé sur cette section :

- un léger bombement à mi-hauteur avec une inversion en ventre creux en partie basse du mur ;
- un affouillement sur une profondeur de 28cm sur 150cm de long et une hauteur de 13cm ;
- des nids de cailloux et des lacunes sur la longrine en béton sur 70cm de long.

Photos : Figure 65 à Figure 68.

5.4.8 Section 14-16m

Il a été relevé sur cette section :

- des décollements du mortier de rejointoiement avec la présence de végétation ;
- un léger bombement à mi-hauteur du mur ;
- un désaffleurement de la longrine de 4cm à la cote 15m ;
- un bombement du mur plus important à la cote 16m ;
- un affouillement sur toute la largeur de la longrine allant jusqu'à 34cm de profondeur et 18cm de haut ;
- de la végétation en partie basse entre la longrine et le mur.

Photos : Figure 69 à Figure 74.

5.4.9 Section 16-18m

Il a été relevé sur cette section :

- des traces de mousse avec de l'humidité au niveau des joints ;
- la présence d'un mortier de rejointoiement sonnant creux ;
- des nids de cailloux sur la longrine en béton avec des lacunes comprises entre 3cm et 5cm de profondeur ;
- une fracture transversale de 1,5cm sur la longrine ;
- un léger bombement à mi-hauteur du mur ;
- la présence de pierres fracturées ;
- un affouillement localisé à l'aval (vers la cote 16m) sur une profondeur de 16cm, une longueur de 70cm et une hauteur de 15cm.

Photos : Figure 75 à Figure 80.

5.4.10 Section 18-20m

Il a été relevé sur cette section :

- des décollements du mortier de rejointoiement en partie basse du mur (le mortier de rejointoiement a été emporté par le courant et raviné) ;
- la présence d'une réparation en béton probablement non armé au-dessus de la longrine (de dimensions 340cm de long, de hauteur maximale 106cm et d'épaisseur d'environ 11cm) et se prolongeant sur la section suivante ;
- des nids de cailloux et des granulats apparents sur la longrine ;
- un affouillement à l'amont sous la longrine en béton sur une profondeur de 26cm, une longueur de 90cm, et une hauteur de 16cm ;
- de la végétation en partie basse.

Photos : Figure 81 à Figure 86.

5.4.11 Section 20-22m

Il a été relevé sur cette section :

- la présence de nids de cailloux sur l'ancienne réparation en béton ;
- le mortier de rejointoiement sonnant creux et qui semble avoir été lessivé par la pluie avant sa prise ;
- un affouillement localisé en aval sur une profondeur de 26cm, une longueur de 105cm et 17cm de haut.

Photos : Figure 87 à Figure 90.

5.4.12 Section 22-24 m

Il a été relevé sur cette section :

- une lacune sur la longrine ;
- un affouillement sur quasiment toute la largeur de la longrine sur une profondeur de 22 cm, une longueur de 170 cm et une hauteur de 20 cm.

Photos : Figure 91 à Figure 94.

5.4.13 Section 24-26m

Il a été relevé sur cette section :

- la présence de végétation en partie basse du mur ;
- un mortier de rejointoiement humide et non cohésif ;
- une fissure sur une pierre à mi-hauteur ;
- des nids de cailloux sur la longrine en béton ;
- un affouillement sous la longrine sur toute sa longueur sur une profondeur de 34cm et 23cm de haut ;
- un léger bombement en partie basse du mur.

Photos : Figure 95 à Figure 100.

5.4.14 Section 26-28m

Il a été relevé sur cette section :

- la présence de végétation et de mousse ;
- des traces de ruissellement dans les joints et sur les pierres ;
- le mortier de rejointoiement qui semble avoir été lessivé par la pluie avant sa prise ;
- des nids de cailloux et des lacunes sur la longrine en béton sur une profondeur de 3,5cm ;
- un affouillement sous la longrine sur toute sa longueur sur une profondeur de 28cm ;
- un léger bombement en partie haute du mur ;
- un bombement en partie basse du mur à la cote 28m.

Photos : Figure 101 à Figure 105.

5.4.15 Section 28-30m

Cette section est relativement proche de la zone effondrée. Il a été relevé sur cette section :

- un effritement du mortier de rejointoiement au pied du mur avec la présence d'humidité ;
- la présence d'une fracture transversale sur la longrine en béton d'environ 1cm ;
- la présence d'une ouverture entre la longrine en béton et le mur d'environ 2cm ;
- une ouverture des joints traduisant un mouvement de la maçonnerie suite à l'effondrement ;
- un léger bombement en partie haute du mur ;
- un bombement en partie basse du mur à la cote 28m.

Photos : Figure 106 à Figure 112.

5.4.16 Section 30-33,5m (zone partiellement effondrée)

Cette zone du mur est partiellement effondrée. Il a été relevé sur cette section :

- la dislocation du mortier de rejointoiement ;
- une désorganisation des pierres avec un basculement vers l'avant ;
- la présence d'une fracture verticale sur la longrine d'ouverture 0,5cm ;
- une fracture inclinée à 45° sur la longrine ($\phi > 2\text{mm}$) ;
- un affouillement localisé sous la longrine en béton sur une profondeur de 8cm, une longueur de 14cm ;
- la présence de nids de cailloux sur la longrine ;
- la présence d'un léger ventre avec une pierre basculant vers l'intérieur (déformation du profil en long du mur) ;
- un bombement en partie haute.

Photos : Figure 113 à Figure 119.

5.4.17 Section 33,5-39,2m (zone effondrée)

Cette zone du mur est effondrée, elle ne fait pas l'objet d'une description spécifique dans ce rapport, elle est toutefois illustrée par des clichés dans le reportage photo présent en **ANNEXES**.

Aucun mortier de hourdage et pierres de boutisse n'ont été observées dans cette zone. On peut supposer que ce mur était à l'origine un mur poids en maçonnerie de pierres sèches. Le rejointoiement semble avoir été réalisé plus tard dans la vie de l'ouvrage.

Photos : Figure 120 à Figure 125.

5.4.18 Section 39,2-46,9m (zone fissurée)

Cette zone du mur se situe en amont de la zone effondrée et comporte un nombre important de fractures. Cette partie du mur est constituée d'une ancienne réparation en béton. Les fractures que l'on observe sont situées en partie haute et sont plus ouvertes sur la partie supérieure du mur (**cf. 7.3 Plan des désordres**).

Il a été relevé sur cette section :

- un affouillement à l'amont sur une profondeur de 40cm ;
- un mouvement au niveau des pierres de soubassement.

Photos : Figure 126 à Figure 131.

5.4.19 Section 46,9-50m (zone fissurée)

Il a été relevé sur cette section :

- un décollement du mortier de rejointoiement ;
- le mortier de rejointoiement qui semble avoir été lessivé par la pluie avant sa prise ;
- des fractures horizontales entre le couronnement en pavé et la partie supérieure du mur (ces fractures horizontales redescendent ensuite en biais) ;
- un affouillement au pied du mur sur une profondeur de 60cm.

Photos : Figure 132 à Figure 137.

5.4.20 Section 50-55m

Il a été relevé sur cette section :

- une fissuration et un décollement du mortier de rejointoiement ;
- un léger mouvement de la maçonnerie en partie basse du mur ;
- un affouillement au pied du mur sur toute la largeur sur une profondeur de 40cm et une hauteur de 25cm.

Photos : Figure 138 à Figure 143.

5.4.21 Section 55-60m

Le pied du mur présente sur cette partie une petite longrine en béton immergée dans La Moselle.

Il a été relevé sur cette section :

- le mortier de rejointoiement sonnante creux ;
- la présence de mousse dans les joints ;
- un affouillement au pied du mur sur toute sa largeur sur une profondeur de 33cm et une hauteur de 17cm.

Photos : Figure 144 à Figure 147.

5.4.22 Section 60-65m

Il a été relevé sur cette section :

- un décollement du mortier de rejointoiement en partie basse ;
- la présence de mousse dans les joints ;
- un début de bombement en partie basse vers la cote 65m et se poursuivant sur la section suivante.

Photos : Figure 148 à Figure 151.

5.4.23 Section 65-70 m

Il a été relevé sur cette section :

- la présence de nids de cailloux sur la longrine en béton ;
- un affouillement au pied du mur en amont de la longrine sur une profondeur de 54cm, sur une longueur de 150 cm et une hauteur de 20cm ;
- un bombement généralisé sur toute la hauteur sans fissure apparente.

Photos : Figure 152 à Figure 155.

5.4.24 Section 70-75 m

Il a été relevé sur cette section :

- absence de longrine en béton ;
- un léger affouillement au pied du mur après la cote 70m sur une profondeur de 10cm ;
- un léger bombement au droit de la barbacane vers la cote 71m.

Photo : Figure 156 et Figure 157.

5.4.25 Section 75-80m

Cette section ne présente pas de désordres particuliers, aucun affouillement, uniquement des décollements du mortier de rejointoiement.

Photos : Figure 158.

5.4.26 Section 80-90m

Sur cette partie le mur présente un ancien « voile » de réparation en béton probablement non armé sur une longueur d'environ 5,3m. Le mur présente également en pied une petite longrine en béton.

Il a été relevé sur cette section :

- la présence d'humidité au niveau du mortier de rejointoiement ;
- la présence de mousse dans les joints ;
- un léger affouillement en aval de l'ancien « voile » de réparation en béton sur une profondeur de 5cm ;
- un effritement du mortier de rejointoiement en partie basse ;
- des fers apparents corrodés sur la longrine située au pied du mur ;
- des traces de ruissellement dans les joints en raison d'une barbacane trop courte positionnée au ras du parement.

Photos : Figure 159 à Figure 166.

5.4.27 Section 90-95m

Sur cette partie le couronnement du mur est constitué d'un parement en pavé de hauteur plus élevé que sur les autres sections avec la présence d'une barbacane en partie supérieure.

Il a été relevé sur cette section :

- des traces de ruissellement sur le mortier de rejointoiement ;
- un affouillement au pied du mur vers la cote 92m ;
- une dislocation du mortier de rejointoiement en partie basse ;
- un affouillement au pied du mur localisé à l'amont vers la cote 95m d'une dizaine de cm de profondeur ;
- la présence de racine dans le mur près de la cote 90m ;
- un léger bombement en partie basse du mur.

Photos : Figure 167 à Figure 173.

5.4.28 Section 95-100m

Il a été relevé sur cette section :

- un dépôt de sédiment au pied du mur et la présence de végétation ;
- des traces de ruissellement sur le mortier de rejointoiement ;
- la présence de mousse dans les joints ;
- un léger bombement au pied du mur sur une longueur de 1m et 88cm de haut ;
- des lacunes dans la maçonnerie en partie basse du mur (15cm de profondeur et 8cm de haut).

Photos : Figure 174 à Figure 178.

5.4.29 Section 100-105m

Il a été relevé sur cette section :

- des décollements du mortier de rejointoiement et sonnant parfois creux ;
- des traces de ruissellement dans les joints et sur les pierres ;
- des dépôts de sable et de sédiments et de la végétation au pied du mur ;
- une petite lacune à la cote 98m avec une pierre arrachée et une légère lacune au pied du mur sur une profondeur de 25cm et une longueur de 30cm.

Photos : Figure 179 à Figure 183.

5.4.30 Section 105-110m

Il a été relevé sur cette section :

- de la végétation envahissante en partie supérieure et au pied du mur ;
- la présence de mortier de rejointoiement sonnant creux ;
- une légère lacune au pied du mur près de la cote 106,5m.

Photos : Figure 184 à Figure 186.

5.4.31 Section 110-115m (fin du mur)

Il a été relevé sur cette section :

- de la végétation envahissante au pied du mur ;
- une détérioration du mortier de rejointoiement et des traces de ruissellement.

Photos : Figure 187 et Figure 188.

6 NOTE DE SYNTHÈSE

6.1 Analyse des constatations

- **Zone d'influence** :

Le terrain situé en rive de mur n'a pas pu être inspecté en raison de la présence d'une bâche de protection provisoire permettant d'éviter à l'eau de pénétrer directement dans le terrain soutenu. À l'origine l'accotement ne présentait pas de dispositifs de drainage permettant de recueillir les eaux de ruissellement en rive de chaussée. Toutes les eaux de ruissellement ont donc la possibilité de s'infiltrer dans le sol retenu par le mur.

- **Structure** :

Ce mur est de type mur poids en maçonnerie. Sa stabilité est donc assurée par son poids propre qui doit équilibrer la poussée des terres, les poussées hydrostatiques (si le remblai est mal drainé) et les charges d'exploitation.

Le mur est ancien et il n'a probablement pas été conçu selon les règles de l'art avec une absence probable de boutisses. Ces longues pierres de liaison n'ont pas été observées dans la zone effondrée. Ces pierres disposées dans l'épaisseur du mur et destinées à relier l'intérieur et l'extérieur du mur sont vraisemblablement absentes. Ce qui se traduit par une plus faible cohésion (manque de monolithisme du mur) et stabilité. Les règles de conception pour ce type d'ouvrage sont principalement basées sur les savoir-faire et l'empirisme. En général, il est convenu de retenir comme épaisseur de mur un tiers à la moitié de sa hauteur.

Sur le linéaire inspecté, le pied du mur est constitué par une longrine en béton discontinue de dimensions variables de hauteur 70 à 50cm et de largeur 30 à 40cm. Cette longrine semble avoir été conçue à l'origine pour renforcer le mur et en tant que dispositif de protection. Cette longrine a été coulée directement dans le lit de La Moselle.

Elle présente sur son linéaire des affouillements profonds sur toute sa largeur, des fissures et fractures transversales et des lacunes profondes. Des décollements entre le mur et la longrine ont également été observés signes d'éventuels mouvements de la longrine (suite aux affouillements). Le pied du mur n'est donc pas protégé et est sujet à des affouillements locaux sous le socle de fondation. Sans aucune protection, les matériaux présents sous et derrière la longrine (fond de la rivière et maçonnerie en soubassement) continueront à être emportés par La Moselle.

De nombreux bombements sont observés sur tout le linéaire du mur, des zones de réparation sont également présentes en aval et en amont de la zone effondrée suggérant la présence d'une instabilité précédentes et tentatives de réparations ponctuelles. Ces bombements sont probablement dus à une poussée excessive du massif soutenu et à un sous-dimensionnement du mur.

Une éventuelle épaisseur insuffisante de la paroi interne du mur peut donc être à l'origine de la fissuration et des déformations observées au niveau du parement.

La hauteur visible du mur n'est pas constante sur le linéaire et varie de 3m à 4,5m. La zone effondrée concerne la partie du mur la plus haute. En amont de la zone effondrée, plusieurs fractures obliques suivant les joints sont présentes. Elles sont plus ouvertes en haut qu'en bas pouvant résulter d'un tassement localisé suite à un affouillement ou d'une concentration d'efforts. Les murs de soutènement en maçonnerie de pierres sèches présentent de la souplesse qui leur permet d'accepter les déformations, ce qui pourrait expliquer qu'une seule partie du mur s'est effondrée.

- **Equipement** :

Aucun affaissement ou effondrement local n'a été observé sur la chaussée. Les fissures longitudinales, transversales et arrachements observés sur la chaussée sont probablement liés à un mauvais comportement des matériaux de chaussée.

Une légère déformation du profil en long et le détachement de 3 montants verticaux de la glissière dans la zone effondrée ont été constatés. La continuité du dispositif de retenue n'est donc plus assurée.

- **Drainage** :

Le mortier de rejointoiement de la maçonnerie semble être saturé en eau. De plus, celui-ci se décolle et s'effrite. Le mortier de rejointoiement semble avoir eu pour effet d'étancher le mur. Les barbacanes ne sont pas assez nombreuses et trop courtes ce qui entraîne des ruissellements sur le parement. Certaines barbacanes sont de plus mal positionnées, l'extrémité de certaines d'entre-elles ne se termine pas dans le remblai à l'arrière du mur. Le drainage est donc vraisemblablement pas assez efficace.

L'ouvrage semble être constitué à l'origine de maçonneries de pierres sèches. Dans la zone effondrée aucun mortier de hourdage n'a été observé, à l'intérieur, à la liaison entre les différentes pierres constitutives de la maçonnerie. Concernant l'appareillage, la maçonnerie est réalisée avec des pierres de dimensions et de formes irrégulières (en opus incertum). La présence de pierres de différents calibres devait permettre de réguler les écoulements et réduire les effets de la pression hydrostatique.

Ce rejointoiement plus tardif sans dispositif de drainage efficace semble avoir entraîné une modification de la circulation de l'eau interne au mur. Le comportement de l'ouvrage a été modifié avec très probablement une augmentation de la poussée hydrostatique. Il est donc souhaitable de limiter l'effet des eaux d'infiltration derrière le mur avec la mise en œuvre d'un drainage plus efficace.

6.2 Conclusions

Un sous-dimensionnement, des affouillements localisés sous le socle de fondation et un défaut de drainage interne et en partie supérieure du mur semblent être les principales causes des désordres observés.

Afin de pouvoir mieux appréhender le comportement de ce mur et ces désordres, nous conseillons au service gestionnaire de s'orienter vers une démarche de diagnostic :

- Caractérisation du mortier de rejointoiement ;
- Caractérisation du fonctionnement du dispositif de drainage existant ;
- Sondages pour la détermination de la typologie exacte et des caractéristiques géométriques du mur (épaisseur en pied) pour pouvoir procéder à un éventuel recalcul de la structure ;
- Caractérisation des propriétés du matériau de remblai pour connaître l'action de poussée du remblai : densité, cohésion et angle de frottement interne.

Ces éléments de diagnostic complémentaire devraient permettre de confirmer ou d'infirmer l'analyse des causes de la rupture de ce mur. En cas d'insuffisance structurelle démontrée, cela peut également aboutir à la nécessité de réaliser un confortement de l'ensemble du linéaire alors condamné à terme à la ruine par morceaux.

7 ANNEXES

7.1 Cotation IQOA

7.1.1 Section 0-30m

PARTIE D'OUVRAGE	DEFAUTS RELEVES	NOTE IQOA
<u>ZONE D'INFLUENCE</u>		
<i>En partie supérieure du mur</i>	-Pas de désordres visibles pouvant témoigner d'un défaut de fonctionnement du mur (accotement masqué par une bâche de protection)	1
<i>En contrebas du mur</i>	-La rive opposée de La Moselle est bien stabilisée. Aucun risque d'obstruction du cours d'eau n'est à signaler aux abords de la structure.	1
<u>EQUIPEMENTS</u>		
<i>Au-dessus du mur</i>	-Un faïençage et des arrachements localisés de l'enrobé -Des fissures transversales et longitudinales de l'enrobé -Une légère déformation du profil en long de la glissière -De légères traces d'oxydation sur la lisse de la glissière	2
<i>En contrebas du mur</i>	-Pas d'équipement (La Moselle en contrebas)	-
<u>DRAINAGE</u>		
<i>Interne au mur</i>	-Des barbacanes trop courtes dont l'extrémité ne se termine pas à l'arrière du mur	2E
<i>En partie supérieure du mur</i>	-Une bâche de protection avec une bordure en béton et des conduites provisoire d'évacuation des eaux de ruissellement -De très légers dépôts devant les conduites d'évacuation provisoires	2
<i>En contrebas du mur</i>	-Absence de drainage (La Moselle en contrebas)	-

<u>STRUCTURE</u>		
Mur	<ul style="list-style-type: none"> -Un décollement et un effritement du mortier de rejointoiement -Mortier de rejointoiement humide -Des affouillements profond et localisés sur la longrine jusqu'à 40cm de profondeur -Des légers bombements de la maçonnerie 	3

Cotation IQOA du mur	
Zone d'influence	1
Equipements	2
Drainage	2E
Structure	3
<u>Classe de la section</u>	3

7.1.2 Section 30m-33,5m (zone partiellement effondrée)

PARTIE D'OUVRAGE	DEFAUTS RELEVES	NOTE IQOA
<u>ZONE D'INFLUENCE</u>		
<i>En partie supérieure du mur</i>	-Accotement masqué par une bâche de protection	-
<i>En contrebas du mur</i>	-La rive opposée de La Moselle est bien stabilisée. Aucun risque d'obstruction du cours d'eau n'est à signaler aux abords de la structure	1
<u>EQUIPEMENTS</u>		
<i>Au-dessus du mur</i>	<ul style="list-style-type: none"> -Un faïençage et des arrachements localisés de l'enrobé -Des fissures transversales et longitudinale de l'enrobé -Une légère déformation du profil en long de la glissière -De légères traces d'oxydation sur la lisse de la glissière 	2
<i>En contrebas du mur</i>	-Pas d'équipement (La Moselle en contrebas)	-
<u>DRAINAGE</u>		
<i>Interne au mur</i>	-Des barbacanes trop courtes dont l'extrémité ne se termine pas à l'arrière du mur	2E
<i>En partie supérieure du mur</i>	<ul style="list-style-type: none"> -Une bâche provisoire de protection avec une bordure en béton et des conduites provisoires d'évacuation des eaux de ruissellement -De légers dépôts au niveau de la bordure béton 	2
<i>En contrebas du mur</i>	-Absence de drainage (La Moselle en contrebas)	-

<u>STRUCTURE</u>		
Mur	<ul style="list-style-type: none"> -Une désorganisation des pierres et un mouvement général de la maçonnerie vers l'avant -Une déformation du parement vers l'intérieur -Des fractures sur la longrine en béton 	3U

Cotation IQOA du mur	
Zone d'influence	1
Equipements	2
Drainage	2E
Structure	3U
<u>Classe de la section</u>	3U

7.1.3 Zone effondrée (section 33,5m-39,2m)

Classe de la section **3US** (détachement de 3 montants verticaux de la glissière).

7.1.4 Section 39,2m-50m (zone fissurée)

PARTIE D'OUVRAGE	DEFAUTS RELEVES	NOTE IQOA
<u>ZONE D'INFLUENCE</u>		
<i>En partie supérieure du mur</i>	-Accotement masqué par une bâche de protection	-
<i>En contrebas du mur</i>	-La rive opposée de La Moselle est bien stabilisée. Aucun risque d'obstruction du cours d'eau n'est à signaler aux abords de la structure	1
<u>EQUIPEMENTS</u>		
<i>Au-dessus du mur</i>	-Un faïençage et des arrachements localisés de l'enrobé -Des fissures transversales et longitudinale de l'enrobé -Une légère déformation du profil en long de la glissière -De légères traces d'oxydation sur la lisse de la glissière	2
<i>En contrebas du mur</i>	-Pas d'équipement (La Moselle en contrebas)	-
<u>DRAINAGE</u>		
<i>Interne au mur</i>	-Des barbacanes trop courtes dont l'extrémité ne se termine pas à l'arrière du mur	2E
<i>En partie supérieure du mur</i>	-Une bâche de protection avec une bordure en béton et des conduites provisoires d'évacuation des eaux de ruissellement -De légers dépôts devant la bordure en béton	2
<i>En contrebas du mur</i>	-Absence de drainage (La Moselle en contrebas)	-

<u>STRUCTURE</u>		
<i>Mur</i>	-Présence de plusieurs fractures obliques suivant les joints plus ouvertes en haut qu'en bas -Présence d'une fissure horizontale en partie supérieure du mur et les éléments en pavé	3U

Cotation IQOA du mur	
Zone d'influence	1
Equipements	2
Drainage	2E
Structure	3U
<u>Classe de la section</u>	3U

7.1.5 Section 50m-115m

PARTIE D'OUVRAGE	DEFAUTS RELEVES	NOTE IQOA
<u>ZONE D'INFLUENCE</u>		
<i>En partie supérieure du mur</i>	-Pas de désordres visibles pouvant témoigner d'un défaut de fonctionnement du mur (accotement masqué par une bâche de protection)	1
<i>En contrebas du mur</i>	-La rive opposée de La Moselle est bien stabilisée. Aucun risque d'obstruction du cours d'eau n'est à signaler aux abords de la structure -La présence de végétation abondante devant le mur favorisant la présence d'humidité	2E
<u>EQUIPEMENTS</u>		
<i>Au-dessus du mur</i>	-Un faïençage et des arrachements localisés de l'enrobé -Des fissures transversales et longitudinales de l'enrobé -Une légère déformation du profil en long de la glissière -De légères traces d'oxydation sur la lisse de la glissière	2
<i>En contrebas du mur</i>	-Pas d'équipement (La Moselle en contrebas)	-
<u>DRAINAGE</u>		
<i>Interne au mur</i>	-Des barbacanes trop courtes dont l'extrémité ne se termine pas à l'arrière du mur	2E
<i>En partie supérieure du mur</i>	-Une bâche de protection avec une bordure en béton et des conduites provisoires d'évacuation des eaux de ruissellement -De légers dépôts devant la bordure béton et les conduites d'évacuation provisoires	2
<i>En contrebas du mur</i>	-Absence de drainage (La Moselle en contrebas)	-

<u>STRUCTURE</u>		
Mur	-Des affouillements profonds en pied -Des bombements localisés -Des décollements du mortier de rejointoiement -Un mortier de rejointoiement humide	3

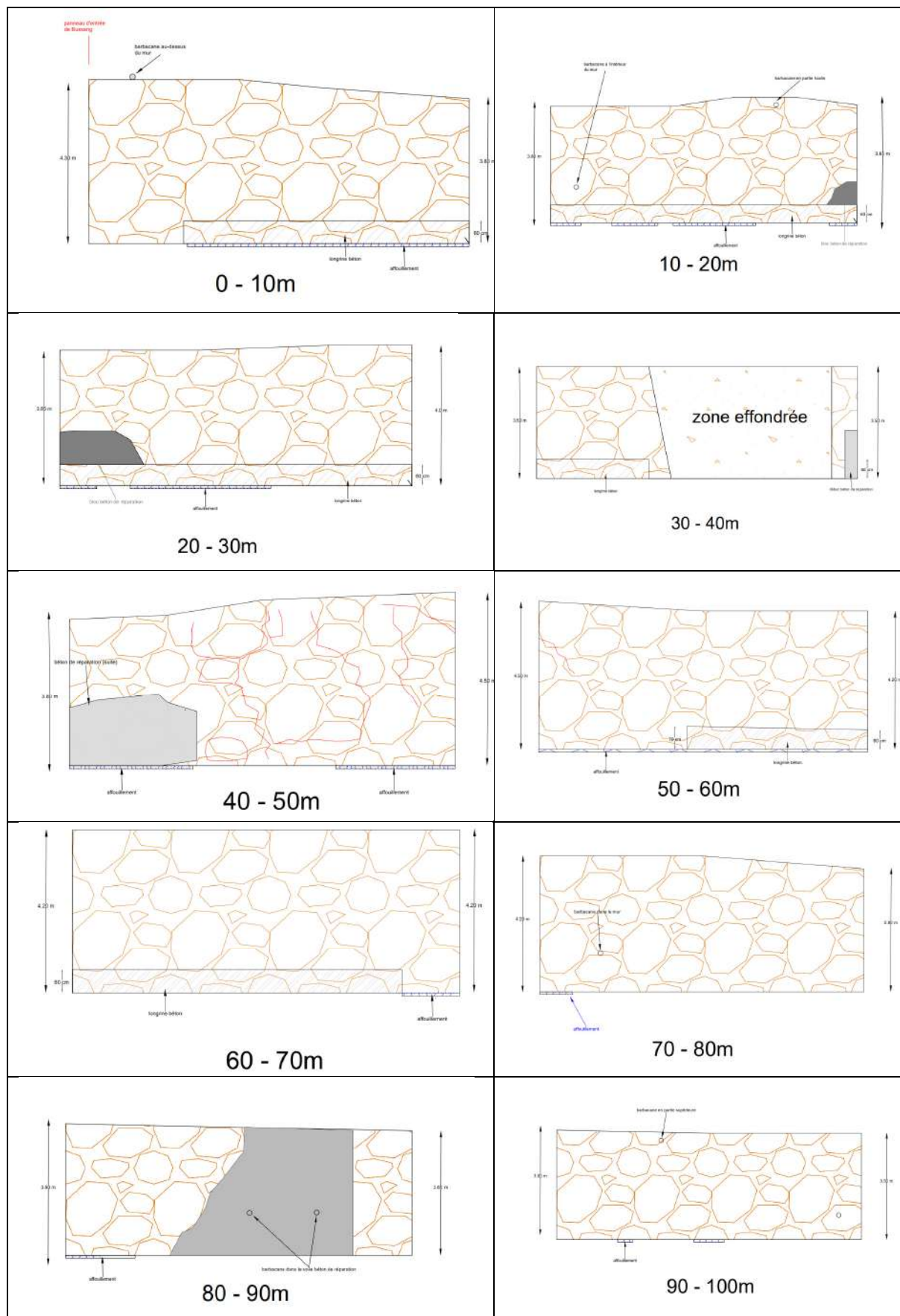
Cotation IQOA du mur	
Zone d'influence	2E
Equipements	2
Drainage	2E
Structure	3
<u>Classe de la section</u>	3

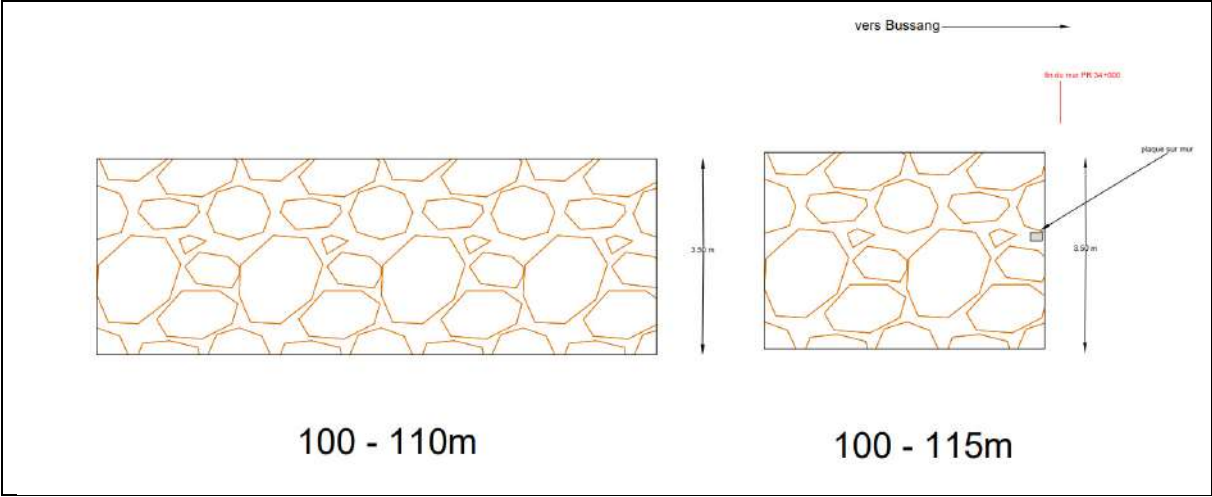
Classe IQOA du linéaire de mur inspecté :



3 (83%) 3U (17%) S

7.2 Plan de l'ouvrage





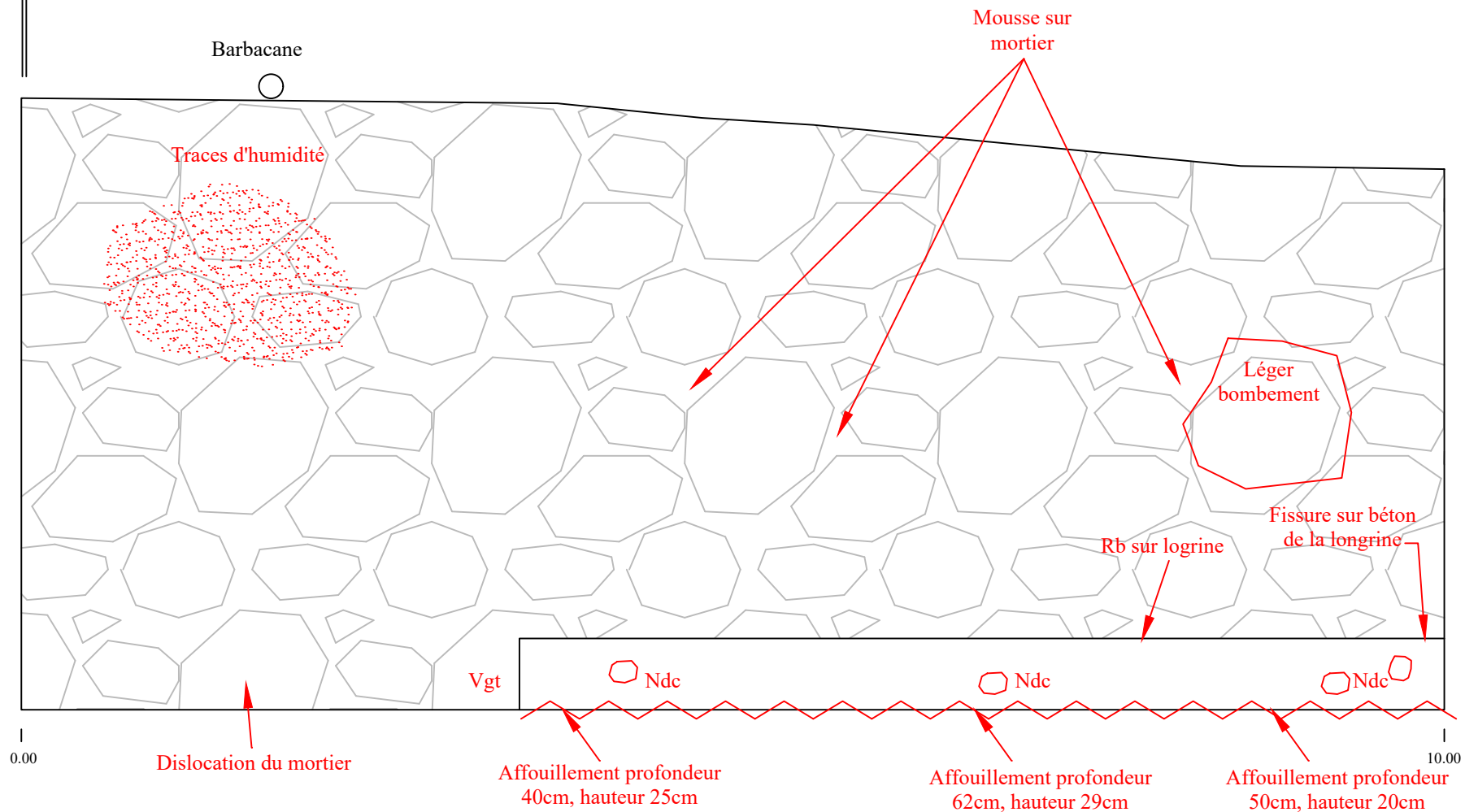
7.3 Plan des désordres

BUSSANG

BUSSANG

SECTION 0 - 10m

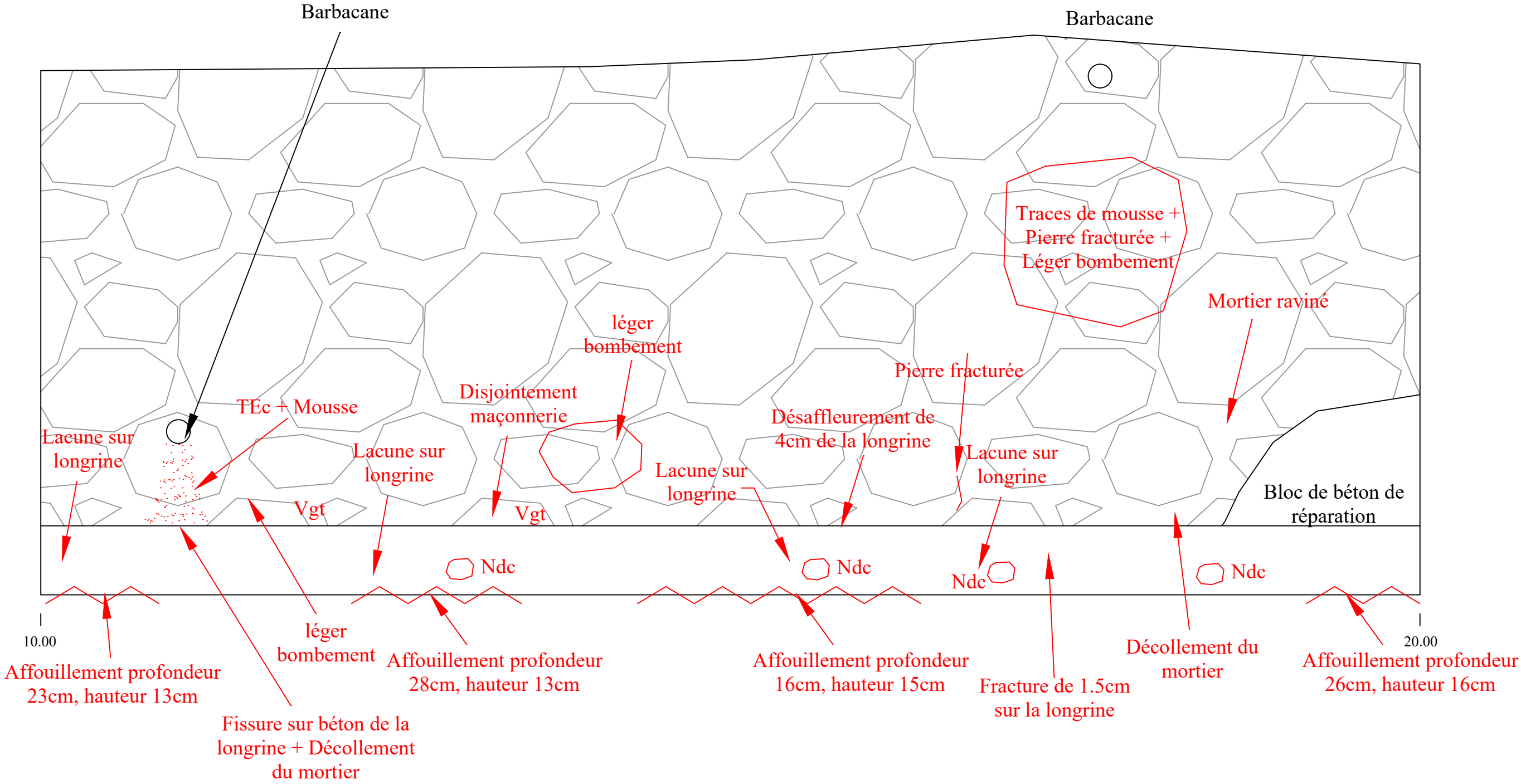
Lacune sur longrine généralisé



Légendes :

Es = Efflorescence sèche	Ea = Efflorescence active	RaSc = Ragréage qui sonne creux	H = humidité
Eb = Eclat de béton	Fa = Fer apparent	Ndc = Nids de cailloux	Vgt = Végétation
Ep = Epaufure	Faï = Faïençage	Ndp = nid de poule	Sg = Ségrégation
Ec / Ee = écoulement d'eau	Ra = Ragréage	Sc = Sonne creux	Mv = moisissure verte
TEc = Trace écoulement d'eau	Rb = Reprise de béton	Ox = Oxydation	Ss = Stalactite Sèche
Fca = Fissure avec calcite	RaF = Ragréage fissuré	Ca = Dépôt de calcite	Sa = Stalactite active
Fae = Fer apparent enrouillé	Fx = fissure en mm		

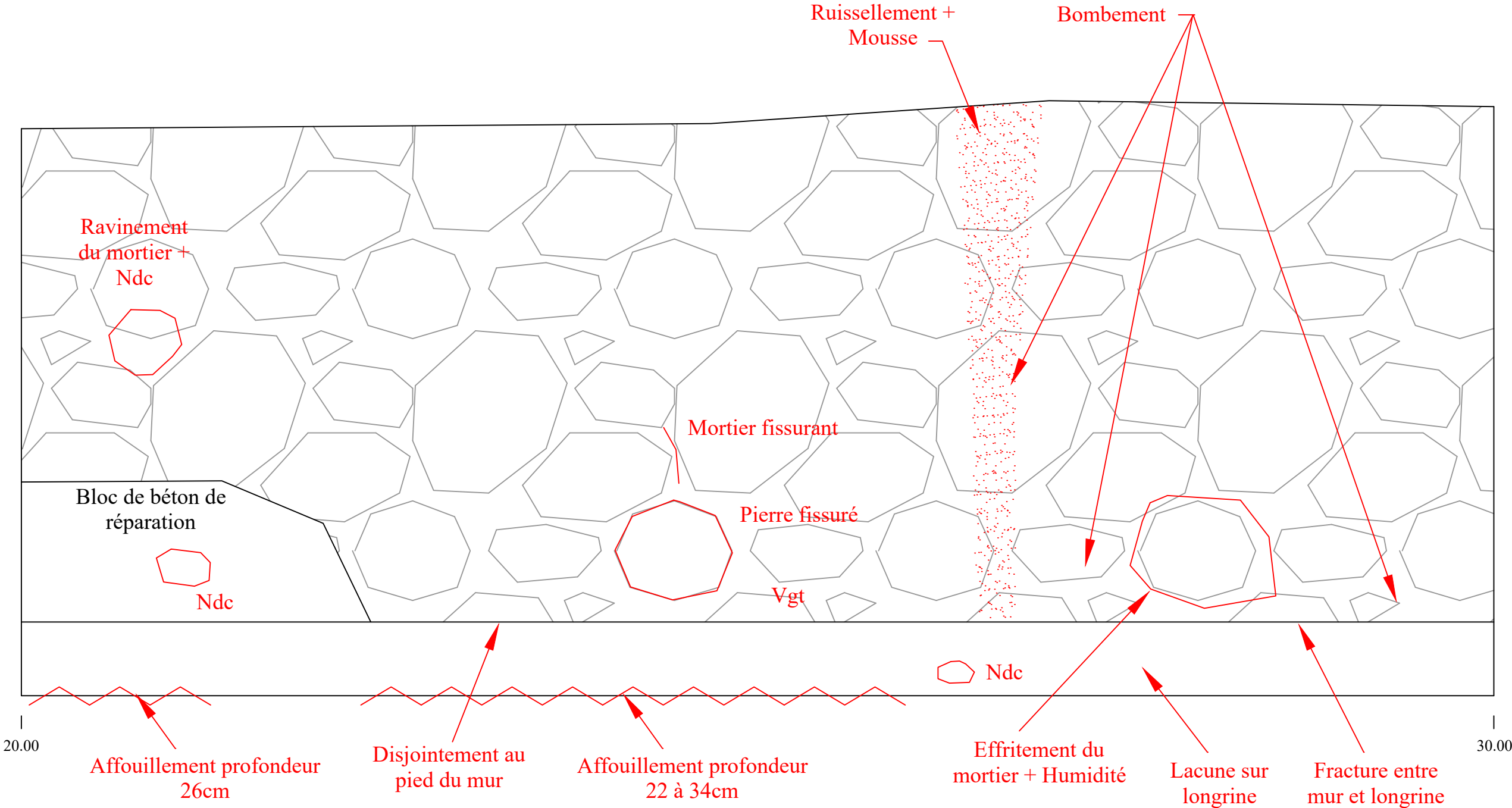
SECTION 10 - 20m



Légendes :

Es = Efflorescence sèche	Ea = Efflorescence active	RaSc = Ragréage qui sonne creux	H = humidité
Eb = Eclat de béton	Fa = Fer apparent	Ndc = Nids de cailloux	Vgt = Végétation
Ep = Epaufure	Faī = Faïençage	Ndp = nid de poule	Sg = Ségrégation
Ec / Ee = écoulement d'eau	Ra = Ragréage	Sc = Sonne creux	Mv = moisissure verte
TÉc = Trace écoulement d'eau	Rb = Reprise de béton	Ox = Oxydation	Ss = Stalactite Sèche
Fca = Fissure avec calcite	RaF = Ragréage fissuré	Ca = Dépôt de calcite	Sa = Stalactite active
Fae = Fer apparent enrouillé	Fx = fissure en mm		

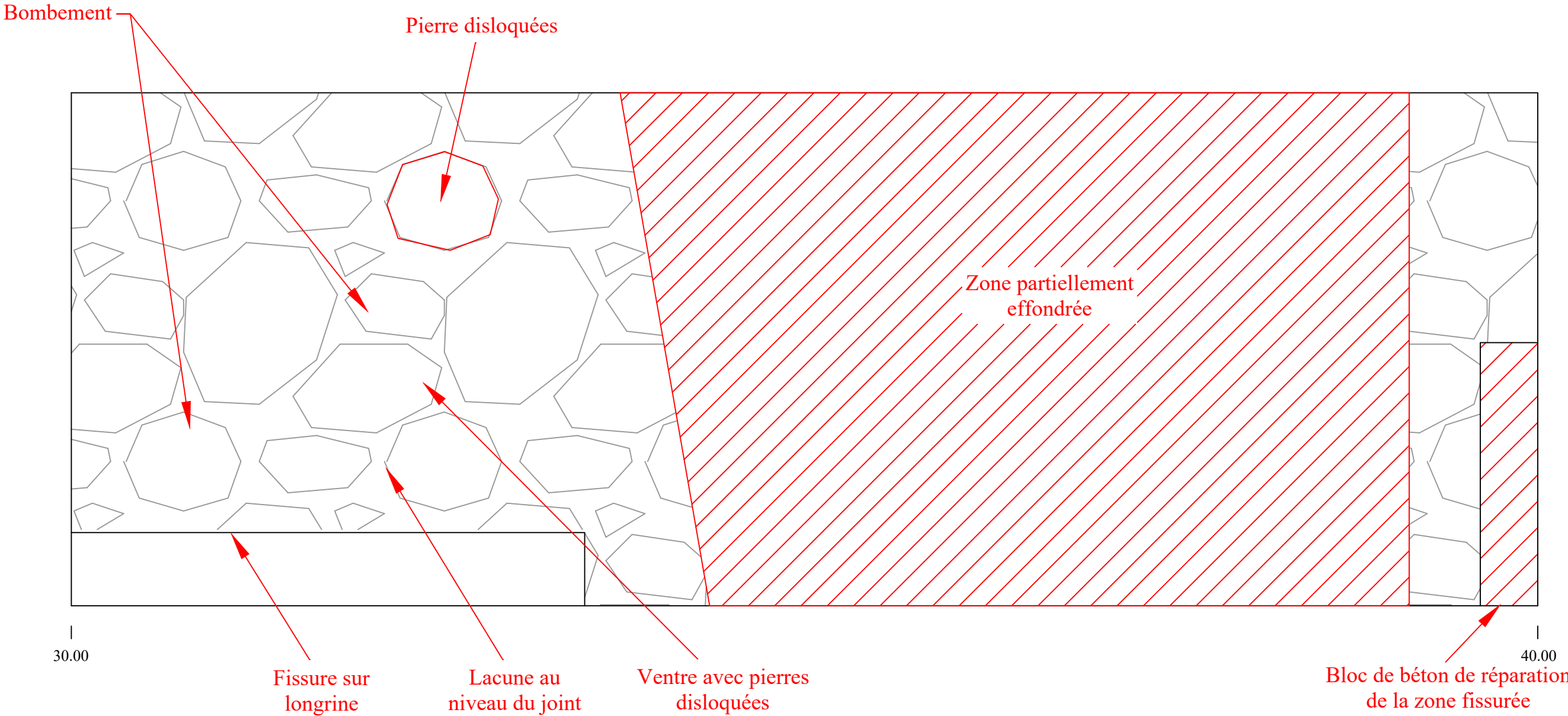
SECTION 20 - 30m



Légendes :

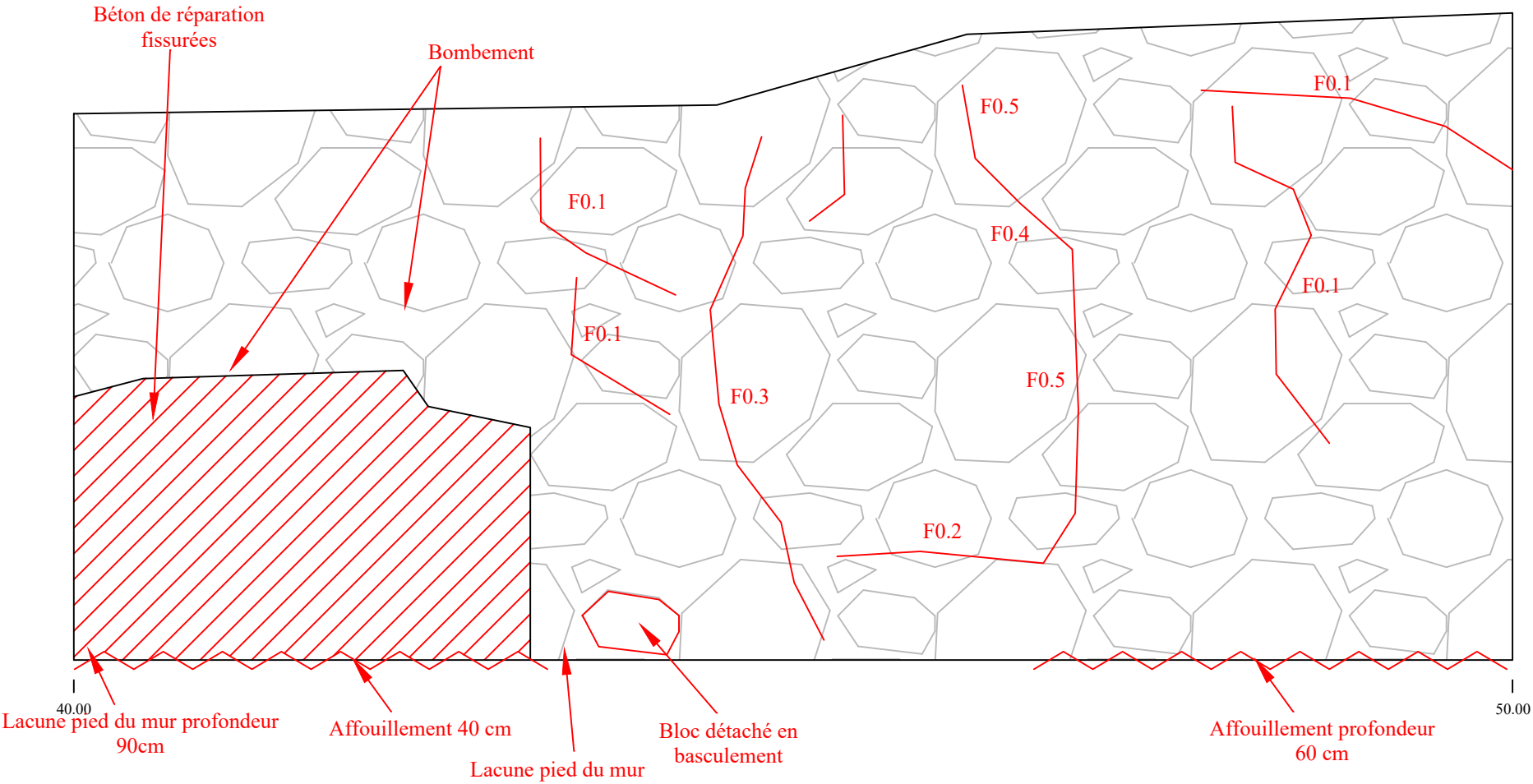
Es = Efflorescence sèche	Ea = Efflorescence active	RaSc = Ragréage qui sonne creux	H = humidité
Eb = Eclat de béton	Fa = Fer apparent	Ndc = Nids de cailloux	Vgt = Végétation
Ep = Epaufure	Faï = Faïençage	Ndp = nid de poule	Sg = Ségrégation
Ec / Ee = écoulement d'eau	Ra = Ragréage	Sc = Sonne creux	Mv = moisissure verte
TEc = Trace écoulement d'eau	Rb = Reprise de béton	Ox = Oxydation	Ss = Stalactite Sèche
Fca = Fissure avec calcite	RaF = Ragréage fissuré	Ca = Dépôt de calcite	Sa = Stalactite active
Fae = Fer apparent enrouillé	Fx = fissure en mm		

SECTION 30 - 40m

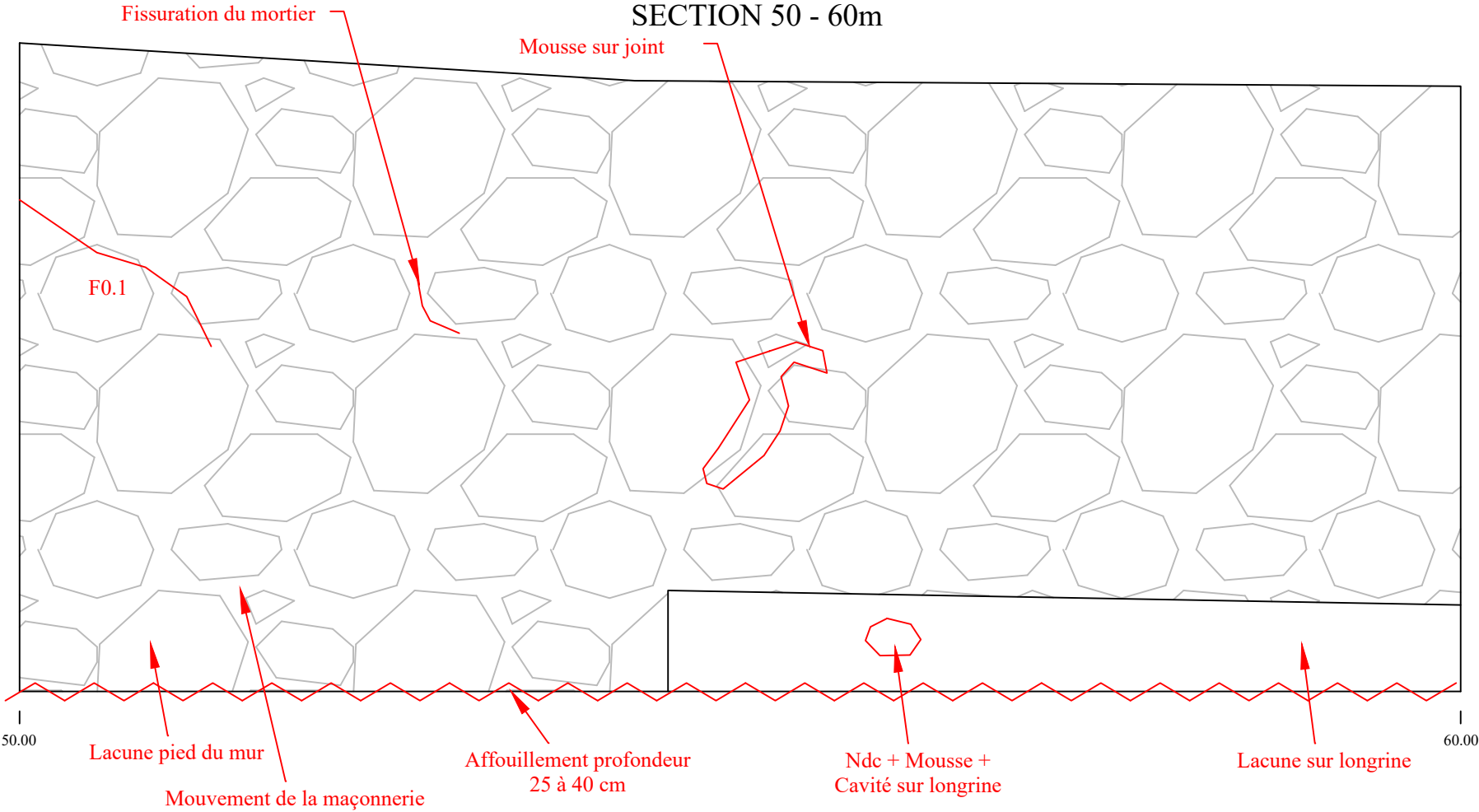


Légendes :			
Es = Efflorescence sèche	Ea = Efflorescence active	RaSc = Ragréage qui sonne creux	H = humidité
Eb = Eclat de béton	Fa = Fer apparent	Ndc = Nids de cailloux	Vgt = Végétation
Ep = Epaufure	Faĭ = Faïençage	Ndp = nid de poule	Sg = Ségrégation
Ec / Ee = écoulement d'eau	Ra = Ragréage	Sc = Sonne creux	Mv = moisissure verte
TEc = Trace écoulement d'eau	Rb = Reprise de béton	Ox = Oxydation	Ss = Stalactite Sèche
Fca = Fissure avec calcite	RaF = Ragréage fissuré	Ca = Dépôt de calcite	Sa = Stalactite active
Fae = Fer apparent enrouillé	Fx = fissure en mm		

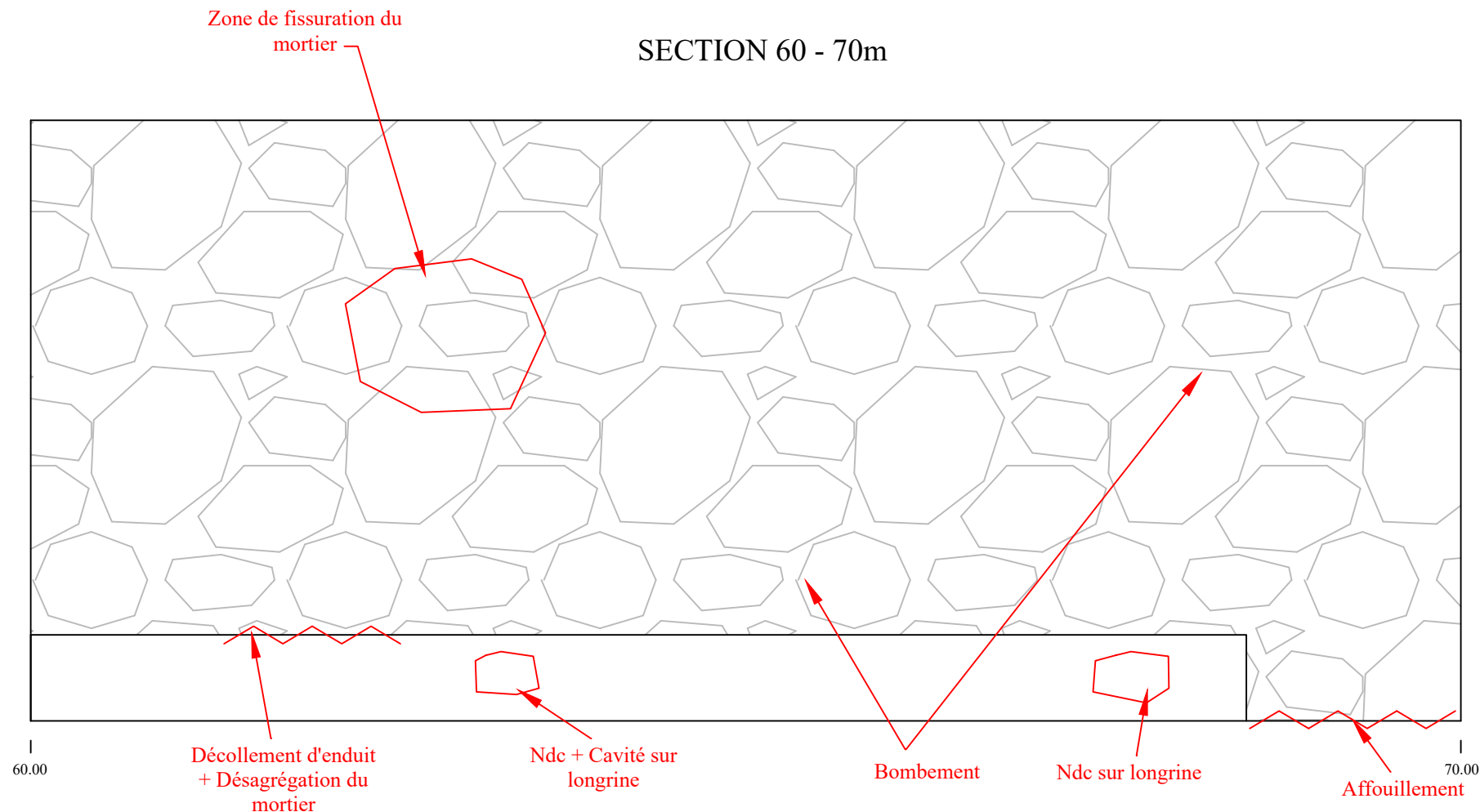
SECTION 40 - 50m



Légendes :			
Es = Efflorescence sèche	Ea = Efflorescence active	RaSc = Ragréage qui sonne creux	H = humidité
Eb = Eclat de béton	Fa = Fer apparent	Ndc = Nids de cailloux	Vgt = Végétation
Ep = Epaufure	Faï = Faïençage	Ndp = nid de poule	Sg = Ségrégation
Ec / Ee = écoulement d'eau	Ra = Ragréage	Sc = Sonne creux	Mv = moisissure verte
TEc = Trace écoulement d'eau	Rb = Reprise de béton	Ox = Oxydation	Ss = Stalactite Sèche
Fca = Fissure avec calcite	RaF = Ragréage fissuré	Ca = Dépôt de calcite	Sa = Stalactite active
Fae = Fer apparent enrouillé	Fx = fissure en mm		

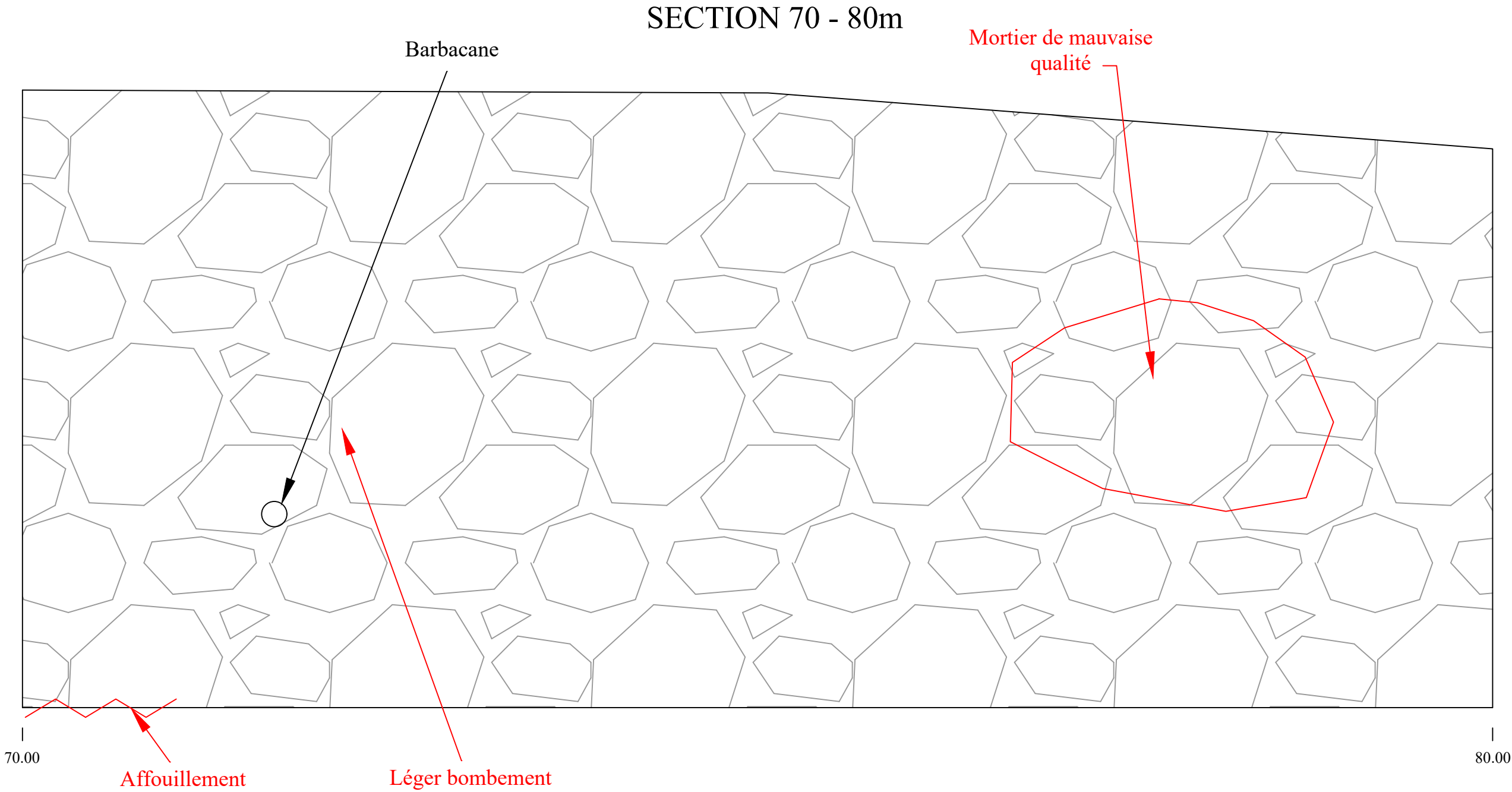


Légendes :			
Es = Efflorescence sèche	Ea = Efflorescence active	RaSc = Ragréage qui sonne creux	H = humidité
Eb = Eclat de béton	Fa = Fer apparent	Ndc = Nids de cailloux	Vgt = Végétation
Ep = Epaufre	Faï = Faïençage	Ndp = nid de poule	Sg = Ségrégation
Ec / Ee = écoulement d'eau	Ra = Ragréage	Sc = Sonne creux	Mv = moisissure verte
TEc = Trace écoulement d'eau	Rb = Reprise de béton	Ox = Oxydation	Ss = Stalactite Sèche
Fca = Fissure avec calcite	RaF = Ragréage fissuré	Ca = Dépôt de calcite	Sa = Stalactite active
Fae = Fer apparent enrouillé	Fx = fissure en mm		



Légendes :

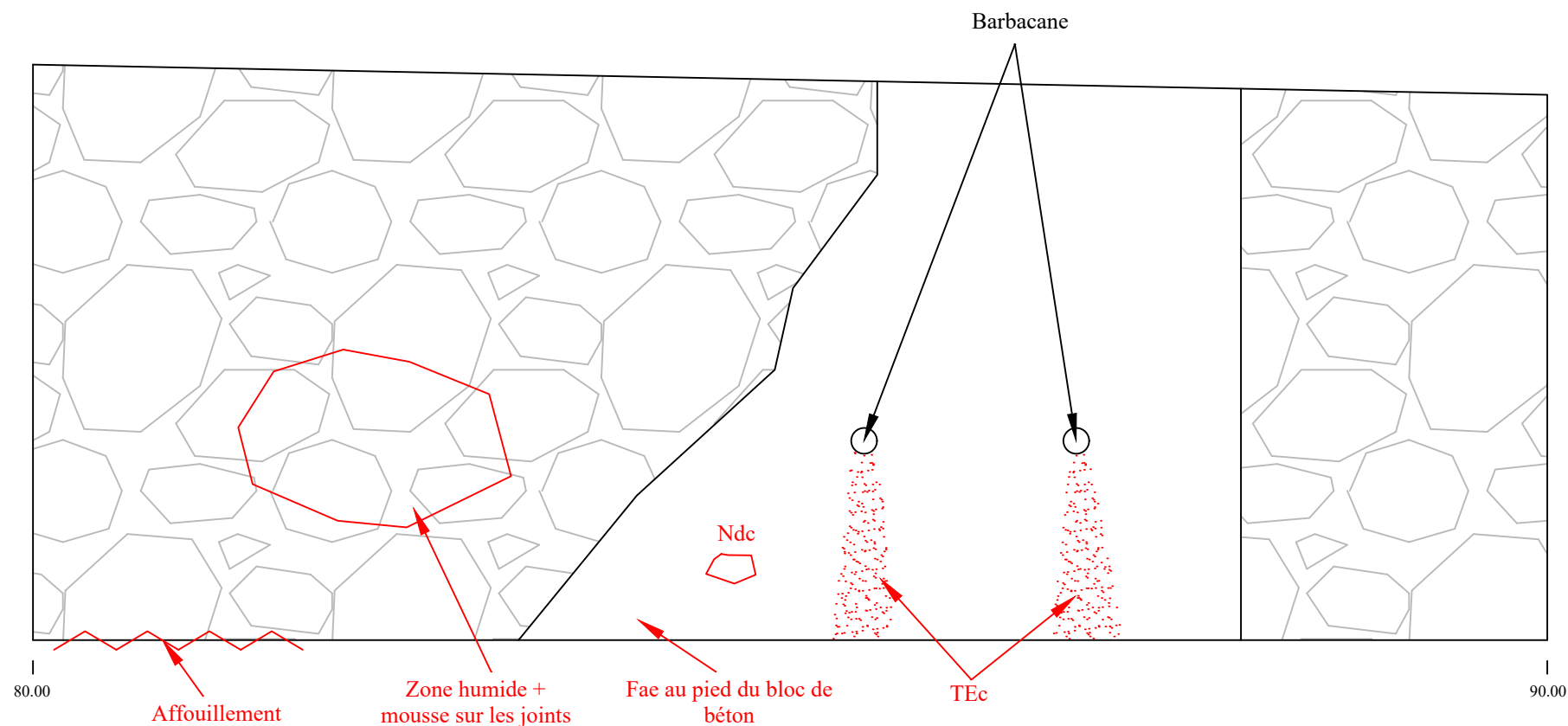
Es = Efflorescence sèche	Ea = Efflorescence active	RaSc = Ragréage qui sonne creux	H = humidité
Eb = Eclat de béton	Fa = Fer apparent	Ndc = Nids de cailloux	Vgt = Végétation
Ep = Epaufreure	Faï = Faïençage	Ndp = nid de poule	Sg = Ségrégation
Ec / Ee = écoulement d'eau	Ra = Ragréage	Sc = Sonne creux	Mv = moisissure verte
TEc = Trace écoulement d'eau	Rb = Reprise de béton	Ox = Oxydation	Ss = Stalactite Sèche
Fca = Fissure avec calcite	RaF = Ragréage fissuré	Ca = Dépôt de calcite	Sa = Stalactite active
Fae = Fer apparent enrouillé	Fx = fissure en mm		



Légendes :

Es = Efflorescence sèche	Ea = Efflorescence active	RaSc = Ragréage qui sonne creux	H = humidité
Eb = Eclat de béton	Fa = Fer apparent	Ndc = Nids de cailloux	Vgt = Végétation
Ep = Epaufrure	Faĭ = Faïençage	Ndp = nid de poule	Sg = Ségrégation
Ec / Ee = écoulement d'eau	Ra = Ragréage	Sc = Sonne creux	Mv = moisissure verte
TEc = Trace écoulement d'eau	Rb = Reprise de béton	Ox = Oxydation	Ss = Stalactite Sèche
Fca = Fissure avec calcite	RaF = Ragréage fissuré	Ca = Dépôt de calcite	Sa = Stalactite active
Fae = Fer apparent enrouillé	Fx = fissure en mm		

SECTION 80 - 90m



Légendes :

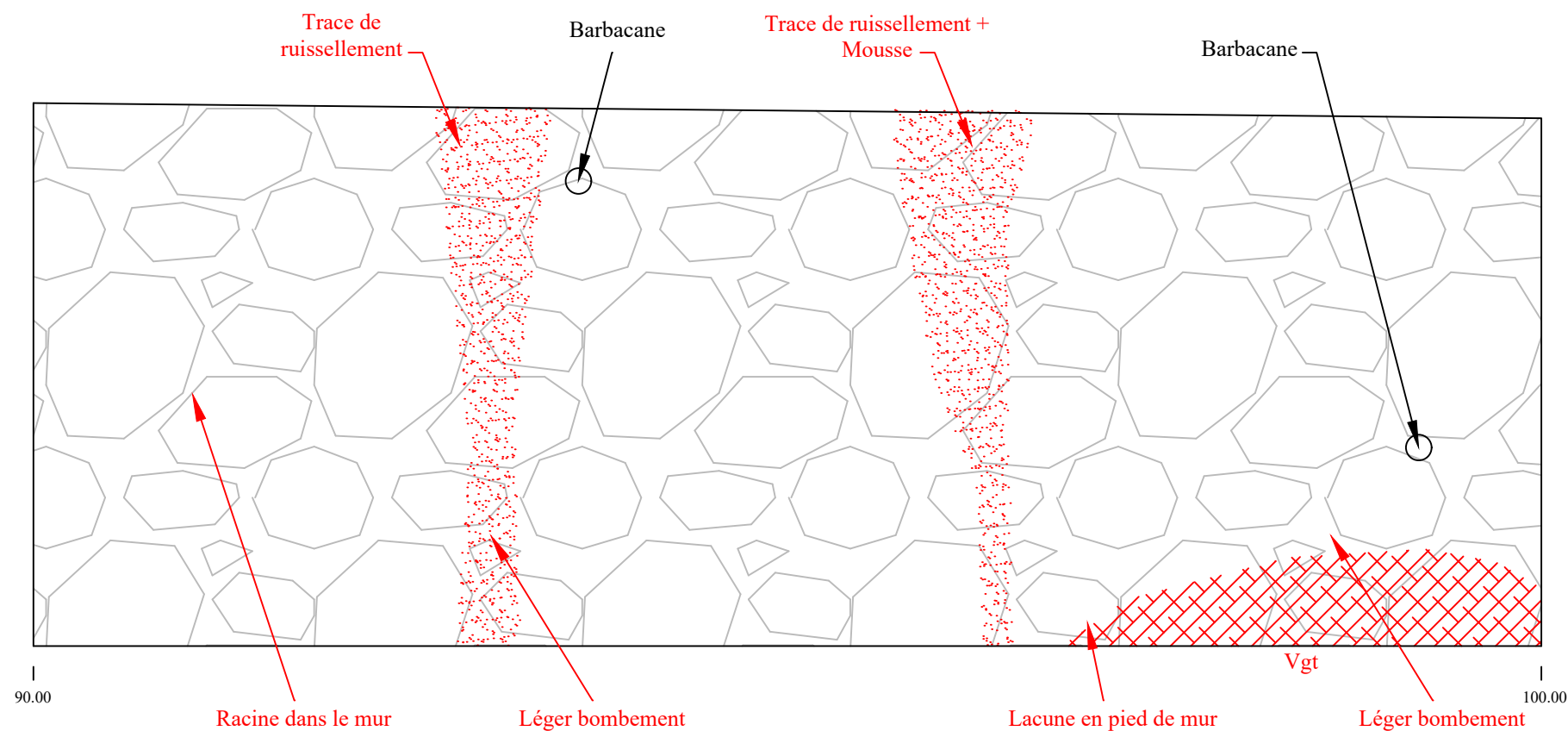
Es = Efflorescence sèche
Eb = Eclat de béton
Ep = Epaufure
Ec / Ee = écoulement d'eau
TEc = Trace écoulement d'eau
Fca = Fissure avec calcite
Fae = Fer apparent enrouillé

Ea = Efflorescence active
Fa = Fer apparent
Faï = Faïençage
Ra = Ragréage
Rb = Reprise de béton
RaF = Ragréage fissuré
Fx = fissure en mm

RaSc = Ragréage qui sonne creux
Ndc = Nids de cailloux
Ndp = nid de poule
Sc = Sonne creux
Ox = Oxydation
Ca = Dépôt de calcite

H = humidité
Vgt = Végétation
Sg = Ségrégation
Mv = moisissure verte
Ss = Stalactite Sèche
Sa = Stalactite active

SECTION 90 - 100m

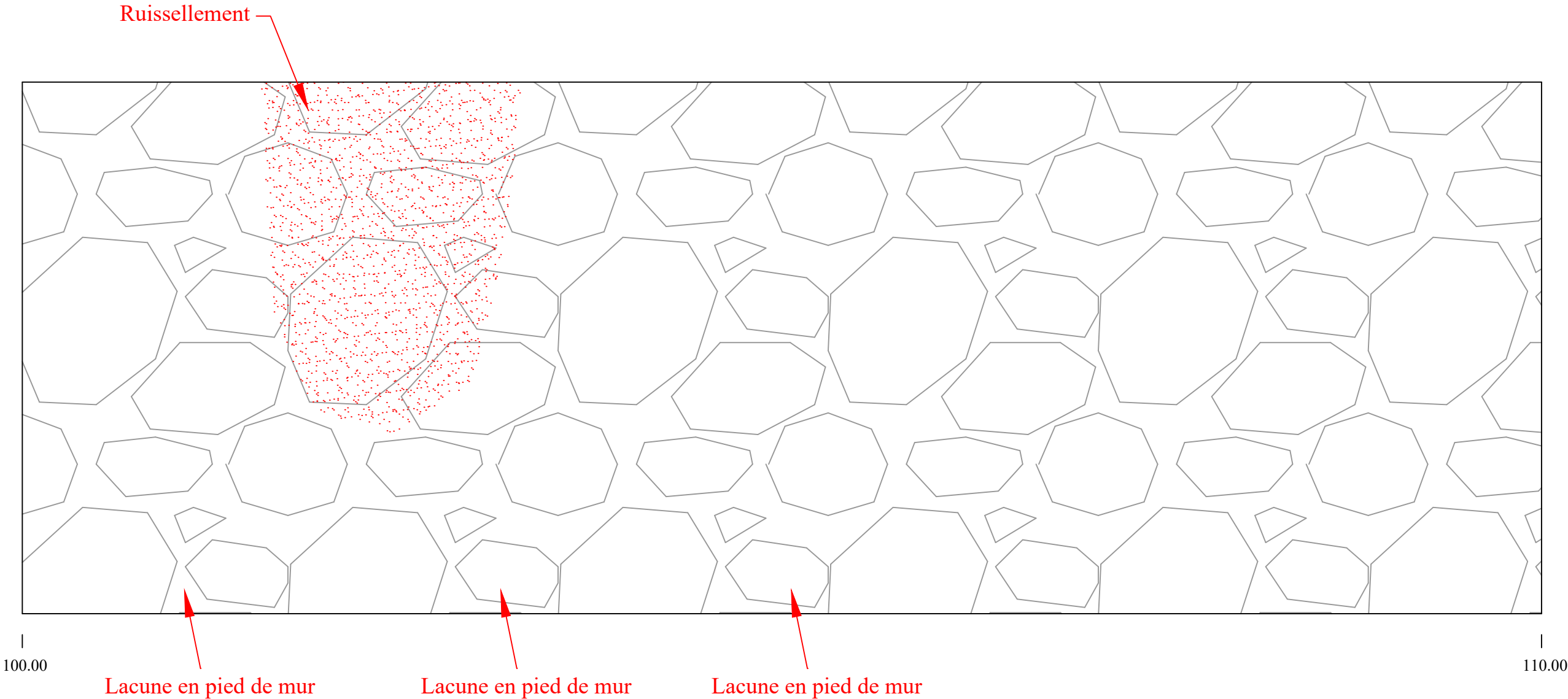


Légendes :

Es = Efflorescence sèche	Ea = Efflorescence active	RaSc = Ragréage qui sonne creux	H = humidité
Eb = Eclat de béton	Fa = Fer apparent	Ndc = Nids de cailloux	Vgt = Végétation
Ep = Epaufure	Faï = Faïençage	Ndp = nid de poule	Sg = Ségrégation
Ec / Ee = écoulement d'eau	Ra = Ragréage	Sc = Sonne creux	Mv = moisissure verte
TEc = Trace écoulement d'eau	Rb = Reprise de béton	Ox = Oxydation	Ss = Stalactite Sèche
Fca = Fissure avec calcite	RaF = Ragréage fissuré	Ca = Dépôt de calcite	Sa = Stalactite active
Fae = Fer apparent enrouillé	Fx = fissure en mm		

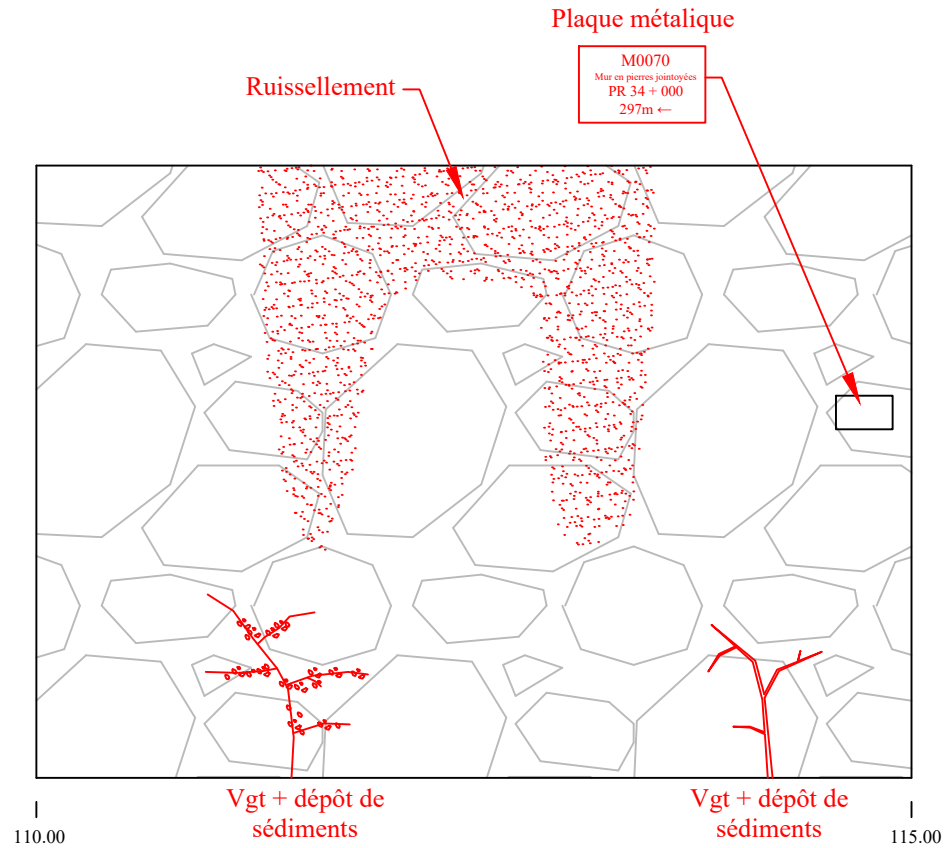
SECTION 100 - 110m

Vgt + dépôt de sédiments généralisé en partie basse



Légendes :			
Es = Efflorescence sèche	Ea = Efflorescence active	RaSc = Ragréage qui sonne creux	H = humidité
Eb = Eclat de béton	Fa = Fer apparent	Ndc = Nids de cailloux	Vgt = Végétation
Ep = Epaufrure	Faï = Faïençage	Ndp = nid de poule	Sg = Ségrégation
Ec / Ee = écoulement d'eau	Ra = Ragréage	Sc = Sonne creux	Mv = moisissure verte
TEc = Trace écoulement d'eau	Rb = Reprise de béton	Ox = Oxydation	Ss = Stalactite Sèche
Fca = Fissure avec calcite	RaF = Ragréage fissuré	Ca = Dépôt de calcite	Sa = Stalactite active
Fae = Fer apparent enrouillé	Fx = fissure en mm		

SECTION 110 - 115m



Légendes :

Es = Efflorescence sèche	Ea = Efflorescence active	RaSc = Ragréage qui sonne creux	H = humidité
Eb = Eclat de béton	Fa = Fer apparent	Ndc = Nids de cailloux	Vgt = Végétation
Ep = Epaufreure	Faï = Faïençage	Ndp = nid de poule	Sg = Ségrégation
Ec / Ee = écoulement d'eau	Ra = Ragréage	Sc = Sonne creux	Mv = moisissure verte
TEc = Trace écoulement d'eau	Rb = Reprise de béton	Ox = Oxydation	Ss = Stalactite Sèche
Fca = Fissure avec calcite	RaF = Ragréage fissuré	Ca = Dépôt de calcite	Sa = Stalactite active
Fae = Fer apparent enrouillé	Fx = fissure en mm		

7.4 Dossier photos

7.4.1 Zone d'influence



Figure 7 : vue générale depuis l'amont



Figure 8 : bâche et bordure temporaire en béton, vue depuis l'amont



Figure 9 : vue générale en contrebas depuis l'aval

7.4.2 Equipement



Figure 10 : vue générale de la chaussée en partie supérieure du mur



Figure 11 : faïençage généralisé chaussée dir. Saint-Maurice-sur-Moselle



Figure 12 : plusieurs fissures transversales et des zones d'arrachement de l'enrobé réparées



Figure 13 : fissure longitudinale de l'enrobé sur la chaussée dir. Bussang



Figure 14 : arrachement localisé de l'enrobé



Figure 15 : effritement du béton sur la bordure temporaire en béton destinée à contenir l'eau



Figure 16 : dépôt de sable en rive de chaussée



Figure 17 : légère stagnation d'eau sur la bâche



Figure 18 : défaut d'alignement de la glissière de sécurité



Figure 19 : de légères traces d'oxydation sur la glissière de sécurité



Figure 20 : montants détachés de la glissière dans la zone effondrée



Figure 21 : vue générale de la chaussée près de la zone effondrée

7.4.3 Drainage



Figure 22 : vue générale de la descente d'eau temporaire



Figure 23 : de légers dépôts au niveau de la descente d'eau temporaire



Figure 24 : barbacane section 0-2 m



Figure 25 : barbacane section 10-12 m



Figure 26 : barbacane section 22-24 m



Figure 27 : barbacane section 55-60 m



Figure 28 : barbacane section 70-75 m



Figure 29 : barbacane section 75-80 m



Figure 30 : barbacane 80-90 m



Figure 31 : barbacane section 95-100 m



Figure 32 : barbacane section 100-105 m



Figure 33 : barbacanes section 105-110 m

7.4.4 Structure

7.4.4.1 Section 0-2 m



Figure 34 : végétation entre le mur et la longrine béton



Figure 35 : dislocation du mortier de rejointoiement



Figure 36 : un effritement du mortier de rejointoiement



Figure 37 : des traces d'humidité sur les pierres et dans les joints



Figure 38 : vue générale de la section 0-2 m

7.4.4.2 Section 2-4 m



Figure 39 : mousse dans les joints



Figure 40 : effritement du mortier de rejointoiment



Figure 41 : longrine d'une hauteur de 60 cm



Figure 42 : lacune et nids de cailloux sur longrine en béton



Figure 43 : affouillement sous la longrine



Figure 44 : vue générale de la section 2-4m

7.4.4.3 Section 4-6 m



Figure 45 : mortier humide avec la présence de mousse



Figure 46 : vue générale de la longrine en béton : lacunes, nids de cailloux et affouillement



Figure 47 : vue générale de la partie basse de la section 4-6m



Figure 48 : vue générale de la partie supérieure de la section 4-6m

7.4.4.4 Section 6-8 m



Figure 49 : reprise de bétonnage sur longrine



Figure 50 : vue lacune sur la longrine



Figure 51 : vue générale de la longrine avec nids de cailloux et affouillement

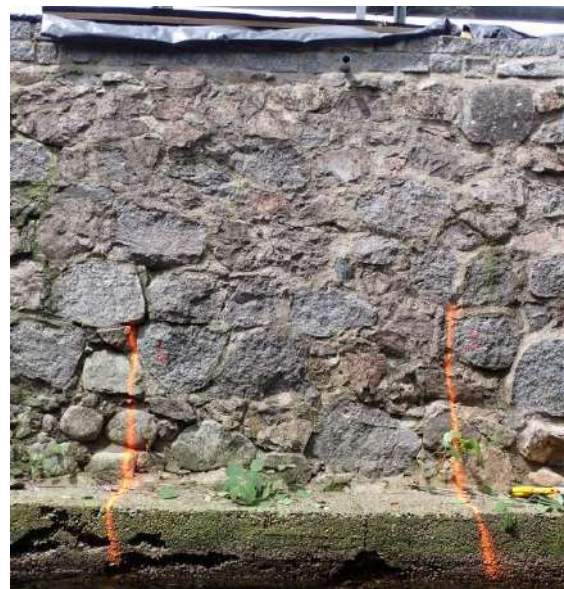


Figure 52 : vue générale de la section 6-8m

7.4.4.5 Section 8-10 m



Figure 53 : présence de mousse dans les joints



Figure 54 : lacunes et nids de cailloux sur la longrine



Figure 55 : vue générale de la longrine : lacunes, nids de cailloux et affouillement



Figure 56 : fissure transversale sur le béton de la longrine



Figure 57 : léger bombement



Figure 58 : vue générale de la section

7.4.4.6 Section 10-12 m



Figure 59 : effritement du mortier de rejointoiement



Figure 60 : traces de mousse dans les joints



Figure 61 : vue générale de la longrine : lacune, fissure et affouillement



Figure 62 : léger bombement à mi-hauteur



Figure 63 : léger bombement



Figure 64 : vue générale de la section 10-12m

7.4.4.7 Section 12-14 m



Figure 65 : petite lacune dans la maçonnerie



Figure 66 : vue générale du disjointement



Figure 67 : vue générale de la longrine : lacune, nids de cailloux et affouillement



Figure 68 : vue générale de la section 12-14m

7.4.4.8 Section 14-16 m



Figure 69 : lacune dans la maçonnerie sur 50 cm de profondeur



Figure 70 : désaffleurement de 4 cm de la longrine



Figure 71 : léger bombement à mi-hauteur du mur



Figure 72 : bombement près de la cote 16m



Figure 73 : végétation en partie basse du mur et affouillement



Figure 74 : vue générale de la section 14-16m

7.4.4.9 Section 16-18 m



Figure 75 : vue générale de la longrine : nids de cailloux avec lacunes et affouillement



Figure 76 : fracture transversale de 1,5 cm sur la longrine



Figure 77 : léger bombement à mi-hauteur du mur



Figure 78 : pierres fracturées en partie haute



Figure 79 : pierre fracturée en partie basse

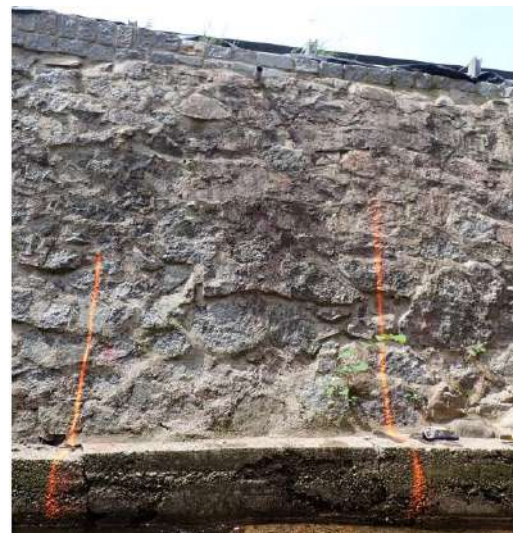


Figure 80 : vue générale de la section 16-18m

7.4.4.10 Section 18-20 m



Figure 81 : mortier raviné par l'eau avant sa prise



Figure 82 : décollement du mortier de rejointoiement



Figure 83 : renforcement en béton au-dessus de la longrine



Figure 84 : affouillement sous la longrine



Figure 85 : reprise de bétonnage, nids de cailloux et granulats apparents sur longrine



Figure 86 : vue générale de la section 18-20m

7.4.4.11 Section 20-22 m



Figure 87 : ravinement du mortier par la pluie avant sa prise



Figure 88 : ancien renforcement en béton avec présence de nids de cailloux



Figure 89 : affouillement sous la longrine en partie aval



Figure 90 : vue générale de la section 20-22m

7.4.4.12 Section 22-24 m



Figure 91 : lacune profonde dans la maçonnerie au pied du mur



Figure 92 : des traces de mousse dans les joints



Figure 93 : affouillement sous la longrine



Figure 94 : vue générale de la section 22-24m

7.4.4.13 Section 24-26 m



Figure 95 : végétation en partie basse



Figure 96 : fissuration du mortier de rejointoiement

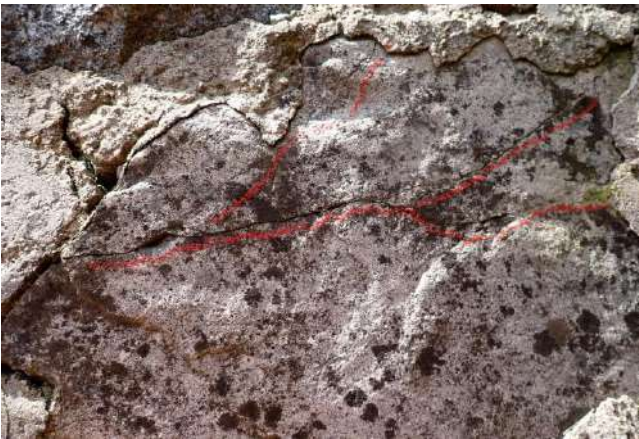


Figure 97 : fissuration d'une pierre



Figure 98 : des nids de cailloux et affouillement sous la longrine



Figure 99 : léger bombement en partie basse du mur



Figure 100 : Vue générale de la section 24-26m

7.4.4.14 Section 26-28 m



Figure 101 : nids de cailloux, lacunes et affouillement sous la longrine



Figure 102 : traces de mousse dans les joints



Figure 103 : bombement en partie basse du mur



Figure 104 : bombement en partie haute



Figure 105 : vue générale de la section 26-28m

7.4.4.15 Section 28-30 m



Figure 106 : traces de mousse et humidité au niveau du mortier de rejointoiment



Figure 107 : fracture verticale sur la longrine



Figure 108 : ouverture entre la longrine et le mur



Figure 109 : mouvement en partie haute du mur



Figure 110 : ouverture dans les joints de la maçonnerie



Figure 111 : bombement en partie basse du mur



Figure 112 : vue générale de la section 28-30m

7.4.4.16 Section 30-33.5 m (partiellement effondrée)



Figure 113 : dislocation du mortier de rejointoiment



Figure 114 : pierres proches de l'effondrement



Figure 115 : fractures et lacune sur la longrine



Figure 116 : déformation vers l'avant du parement



Figure 117 : lacune au niveau du joint



Figure 118 : végétation et bombement en partie haute du mur

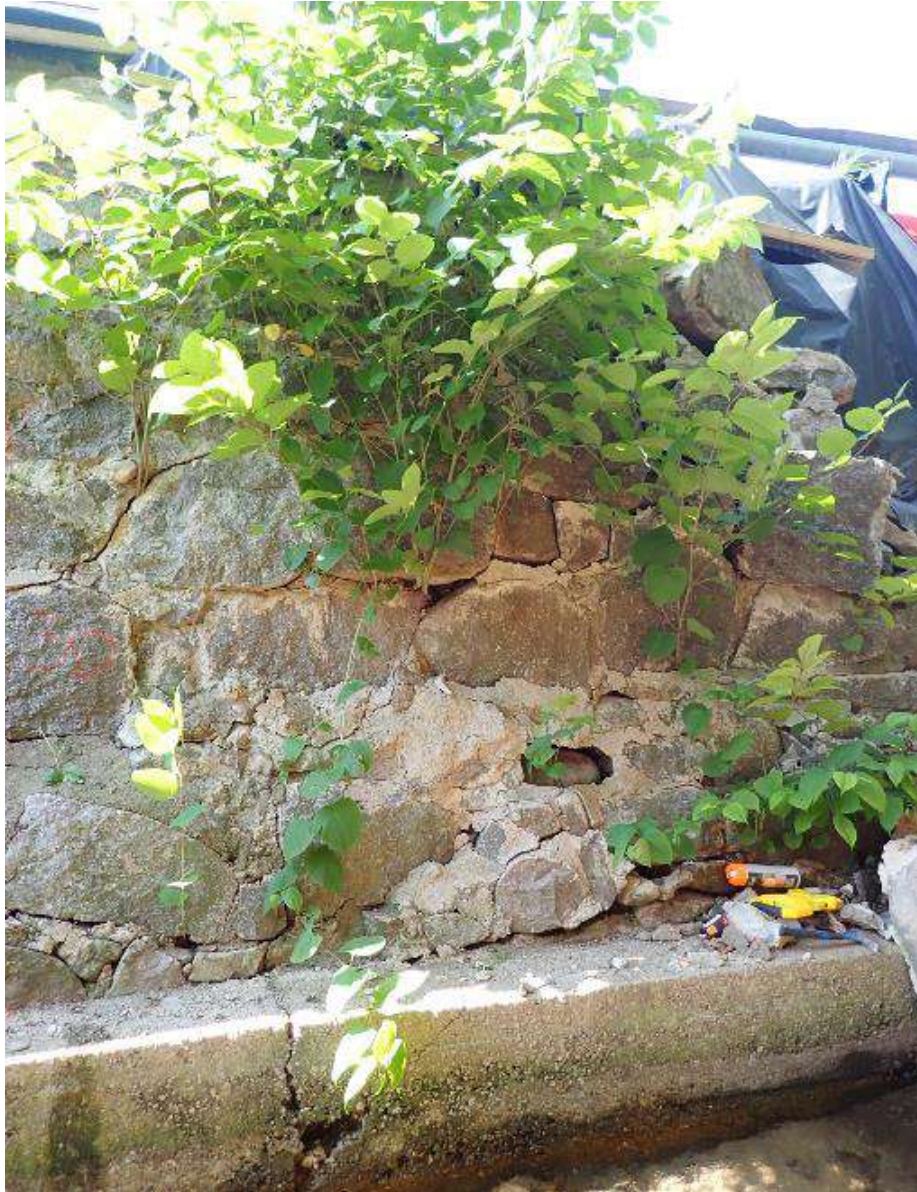


Figure 119 : vue générale de la section 30-33,5m

7.4.4.17 Section 33.5-39.2 m (zone effondrée)



Figure 120 : zone de l'effondrement (1/6)



Figure 121 : zone de l'effondrement (2/6)



Figure 122 : zone de l'effondrement (3/6)



Figure 123 : zone de l'effondrement (4/6)



Figure 124 : zone de l'effondrement (5/6)



Figure 125 : zone de l'effondrement (6/6)

7.4.4.18 Section 39.2-46.9 m (zone fissurée)



Figure 126 : vue générale de la section proche de la zone effondrée (1/2)



Figure 127 : vue générale proche de la zone effondrée (2/2)



Figure 128 : massif en béton



Figure 129 : mouvement de pierres en soubassement



Figure 130 : lacune en partie basse



Figure 131 : fractures en partie haute

7.4.4.19 Section 46.9-50 m (zone fissurée)



Figure 132 : décollement du mortier



Figure 133 : lessivage du mortier de rejointoiement



Figure 134 : fissure au niveau du couronnement



Figure 135 : fissures biaises



Figure 136 : affouillement au pied du mur



Figure 137 : vue générale de la section 46,9-50m

7.4.4.20 Section 50-55 m



Figure 138 : fissuration du mortier de rejointoiment



Figure 139 : effritement du mortier de rejointoiment



Figure 140 : décollement du mortier de rejointoiment et lacune dans la maçonnerie



Figure 141 : mouvement de la maçonnerie en soubassement



Figure 142: affouillement sur toute la largeur de la section



Figure 143 : vue générale de la section 50-55m

7.4.4.21 Section 55-60 m



Figure 144 : longrine avec mousse, nids de cailloux et lacunes



Figure 145 : affouillement généralisé sous la longrine



Figure 146 : traces de mousse dans les joints



Figure 147 : vue générale de la section 55-60m

7.4.4.22 Section 60-65 m



Figure 148 : décollement et effritement du mortier de rejointoiement



Figure 149 : nids de cailloux et cavité sur la longrine



Figure 150 : bombement en partie basse



Figure 151 : vue générale de la section 60-65m

7.4.4.23 Section 65-70 m



Figure 152 : nids de cailloux sur la longrine



Figure 153 : affouillement généralisé au pied du mur



Figure 154 : bombement sur toute la hauteur



Figure 155 : vue générale de la section 65-70m

7.4.4.24 Section 70-75 m



Figure 156 : léger affouillement au pied du mur



Figure 157 : vue générale de la section 70-75m

7.4.4.25 Section 75-80 m



Figure 158 : vue générale de la section 75-80m

7.4.4.26 Section 80-90 m



Figure 159 : ancien « voile » de réparation en béton



Figure 160 : léger affouillement en partie aval de l'ancien « voile » de réparation en béton



Figure 161 : effritement du mortier de rejointoiement en partie basse du mur



Figure 162 : fers apparents sur la longrine situés au pied de mur



Figure 163 : nids de cailloux en partie basse de l'ancien « voile » de réparation en béton



Figure 164 : des traces d'humidité et de mousse au droit des barbacanes



Figure 165 : vue du mur en aval de l'ancien « voile » de réparation en béton



Figure 166 : vue de la partie du mur après l'ancien « voile » de réparation en béton

7.4.4.27 Section 90-95m



Figure 167 : des traces de ruissellement dans les joints et sur les pierres



Figure 168 : couronnement en pavé et barbacane en partie supérieure



Figure 169 : affouillement en pied de mur



Figure 170 : affouillement en pied de mur à la cote 95 m



Figure 171 : présence d'ancienne racine dans le mur



Figure 172 : léger bombement au pied du mur



Figure 173 : vue générale de la section 90-95m

7.4.4.28 Section 95-100m



Figure 174 : dépôts de sédiment et végétation au pied du mur



Figure 175 : des traces de ruissellement



Figure 176 : léger bombement en pied de mur



Figure 177 : petite lacune en pied de mur



Figure 178 : vue générale de la section 95-100m

7.4.4.29 Section 100-105m



Figure 179 : des traces de ruissellement dans les joints et sur les pierres



Figure 180 : des dépôts de sable, de sédiments et de végétation



Figure 181 : petite lacune dans la maçonnerie en pied de mur



Figure 182 : petite lacune dans la maçonnerie



Figure 183 : vue générale de la section 100-105m

7.4.4.30 Section 105-110m



Figure 184 : végétation dans les joints en partie supérieure du mur



Figure 185 : petite lacune en pied de mur



Figure 186 : vue générale de la section 105-110m

7.4.4.31 Section 110-115m



Figure 187 : des traces de ruissellement sur le parement du mur



Figure 188 : plaque d'identification du mur



**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Cerema

CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN