

IMGC

ADAPTATION DES OUVRAGES EN MAÇONNERIE AUX NOUVELLES CONDITIONS DE SERVICE

Journée Technique
Vendredi 21 septembre 2017
à l'Amphithéâtre AUGUSTE BRULÉ





La réhabilitation du Viaduc de Chaumont

Présentation de l'ouvrage





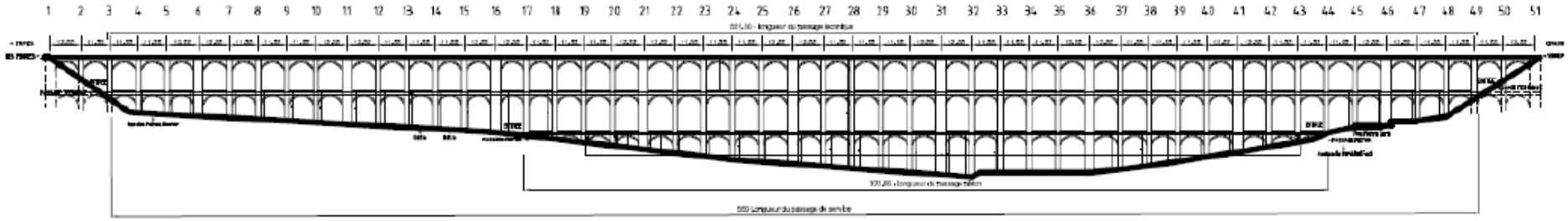
La réhabilitation du Viaduc de Chaumont

Présentation de l'ouvrage

Une longueur de 600 m et une hauteur de 50 m au dessus de la Suize.

3 niveaux d'arches plein-cintre :

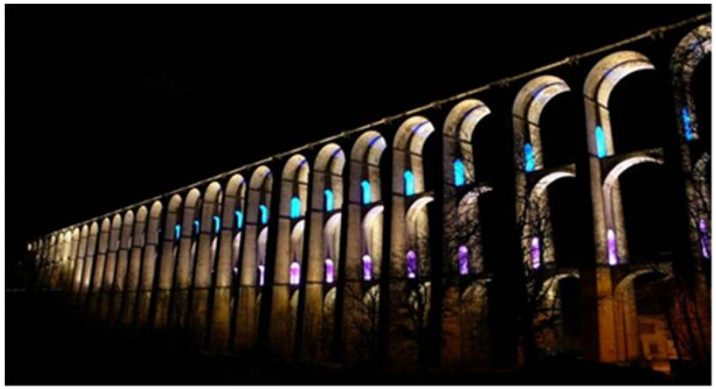
- niveau supérieur : 50 voûtes de 10 m d'ouverture
- niveau intermédiaire : 46 voûtes de 9,50 m d'ouverture
- niveau inférieur : 26 voûtes de 9,25 m d'ouverture.



Présentation de l'ouvrage







Présentation de l’ouvrage

Quelques données:

- 60 000 m3 de moellons et de pierres de tailles.
- Maçonnerie appareillée pour les bandeaux, les sommiers et les chaînes d’angle,
- Moellons assisés pour les tympans, les parements de piles et les douelles,
- Mortier de chaux





Présentation de l'ouvrage

Quelques données:





- Epaisseur à la clé : 0,56 m
- Hauteur ballast environ 30 cm sous traverse
- Mode de fondations : massifs superficiels.
- Etanchéité : chape Etandard A + 2 C sur dalle béton(1979).
- Des piles culée sont implantées toutes les cinq arches.
- L'ouvrage franchit 2 rues, un chemin rural et le RD 65b

Présentation de l’ouvrage

- Trafic Fret et Voyageurs (environ 40 trains/jours)
- Deux voies non électrifiées circulées à 135 km/h





Historique





La réhabilitation du Viaduc de Chaumont

Historique

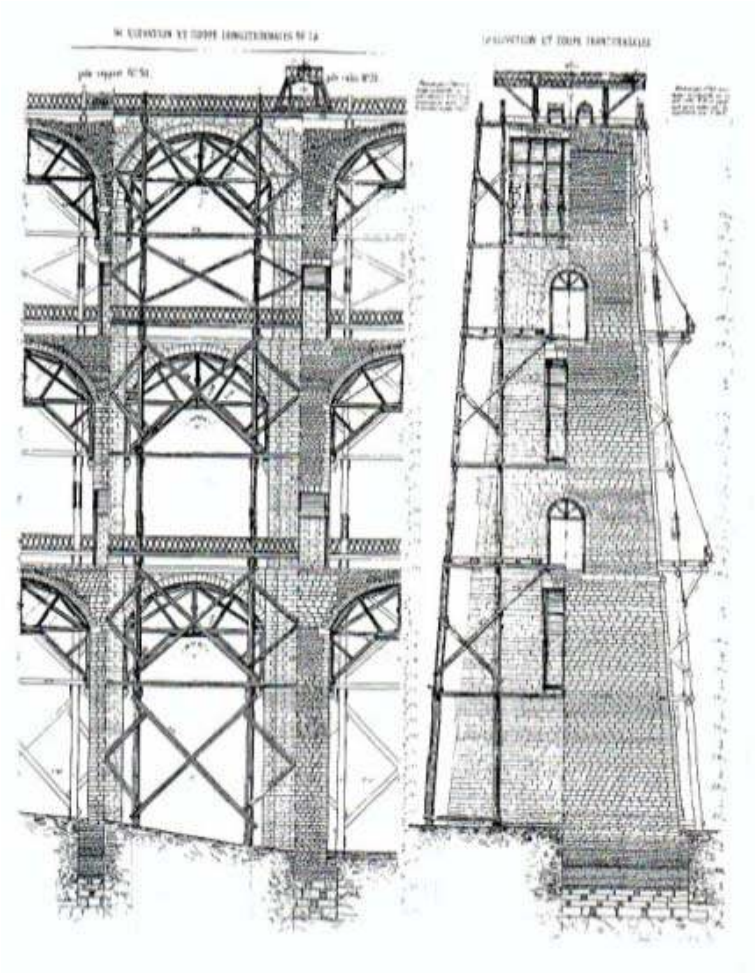
- La première pierre a été posée le 1er août 1855
- L'inauguration a eu lieu le 18 avril 1857

Un an et demi de travaux !

- conçu par l'ingénieur concepteur Eugène Decomble
- construit par les entreprises York & Cie et Parent & Schaken.
- Le viaduc a été construit jour et nuit. Ce fut le premier chantier éclairé à la lumière électrique.
- 2 500 ouvriers et 300 chevaux ont permis cette construction rapide pour l'époque.

Historique





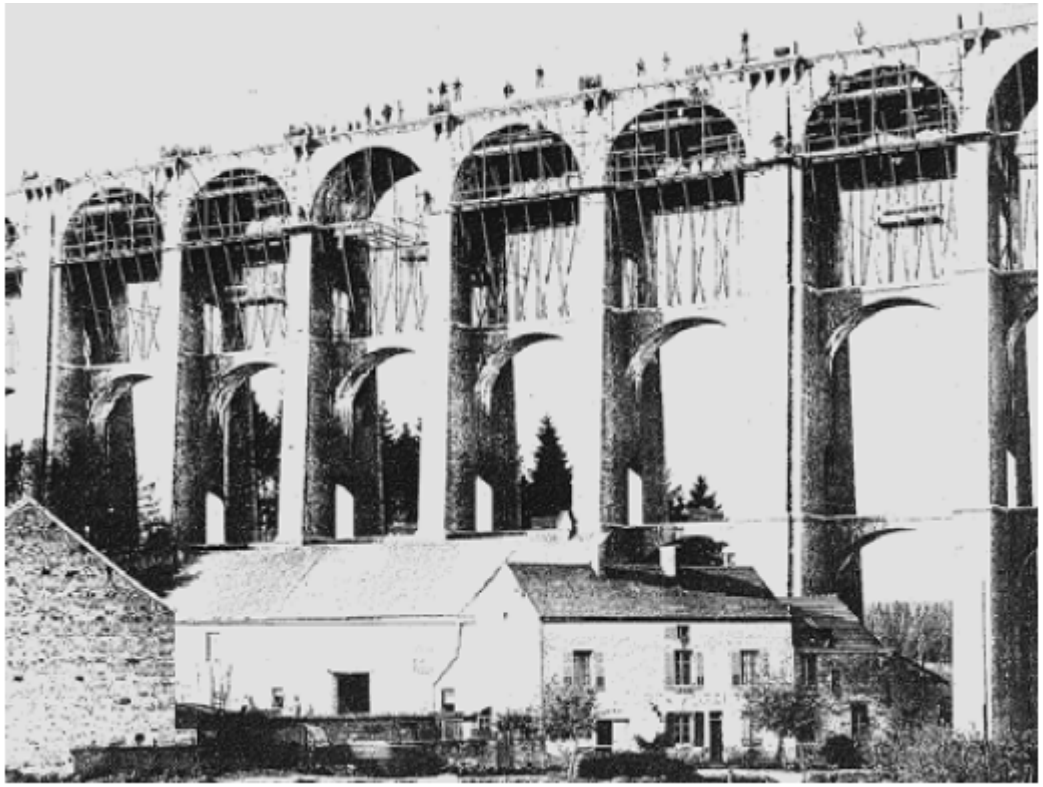
Historique

Principaux travaux d'entretien :

- **1868**, réfection de l'étanchéité par mise en place d'une chape en asphalte,
- **1895** à **1897**, seconde réfection de l'étanchéité, réfection de la chape en asphalte, réaménagement des gargouilles,
- **1898** à **1902**, restauration des parements épaufrés par remplacement des moellons épaufrés, remise en état des plates-formes,
- **1909**, remplacement des longrines garde-roues en bois par des longrines en béton armé,
- **1944**, **1945**, reconstruction des arches détruites par explosif par les allemands (les piles 13, 14, 15 et les voûtes 12, 13, 14, 15)
- **1971**, épinglage (HA18 scellés au mortier de résine) des bandeaux, injection de fissures, injection de fissures fines et de zones humides, reprises d'épaufrements au béton projeté et rejointoiement,
- **1979**, réfection de l'étanchéité, type Etandard A + 2 C sur chape en béton non armé de 20 cm d'épaisseur,
- **1979** à **1984**, réfection des voussoirs sur les bandeaux de voûtes de contreventement, réfection des piles,
- **1984** à **1993** : rejointoiement en recherche des piles, restauration au mortier de résine des voussoirs de certaines voûtes.
- **1980**, réfection des voûtes 8 et 10 du passage de service et de la voûte n° 27 du passage public et des piles 11, 12, 28 et 29.
- **1982** : réfection des voûtes du passage public 8, 10, 20 et 27 et des piles 11, 12, 16, 17, 18, 19, 25, 28, 29 et du tympan de la voûte n° 20.
- **1983** : Réfection des voûtes du passage de service 28, 29, 30, 32 et 33 et des piles n° 30, 31 et 32.
- **1984** : réfection des voûtes du passage public 5, 6, 9 , 11, 23, 35, 37, 38, 39 et 40 et des piles 6, 7, 8, 10, 12, 36, 37, 38, 39, 40 et 46.
- **1984** à **1993** : Restauration au mortier de résine des voussoirs de certains bandeaux des voûtes sous voies.
- **2008** : réfection étanchéité du passage de service.
- **2009** : remplacement du garde-corps du passage public par la Ville de Chaumont.
- **2010** : réfection de l'étanchéité du passage public.
- **2010** : investigations, carottage pour prélèvement d'une épingle dans la voûte 10 et essais sur le mortier de scellement.

Historique

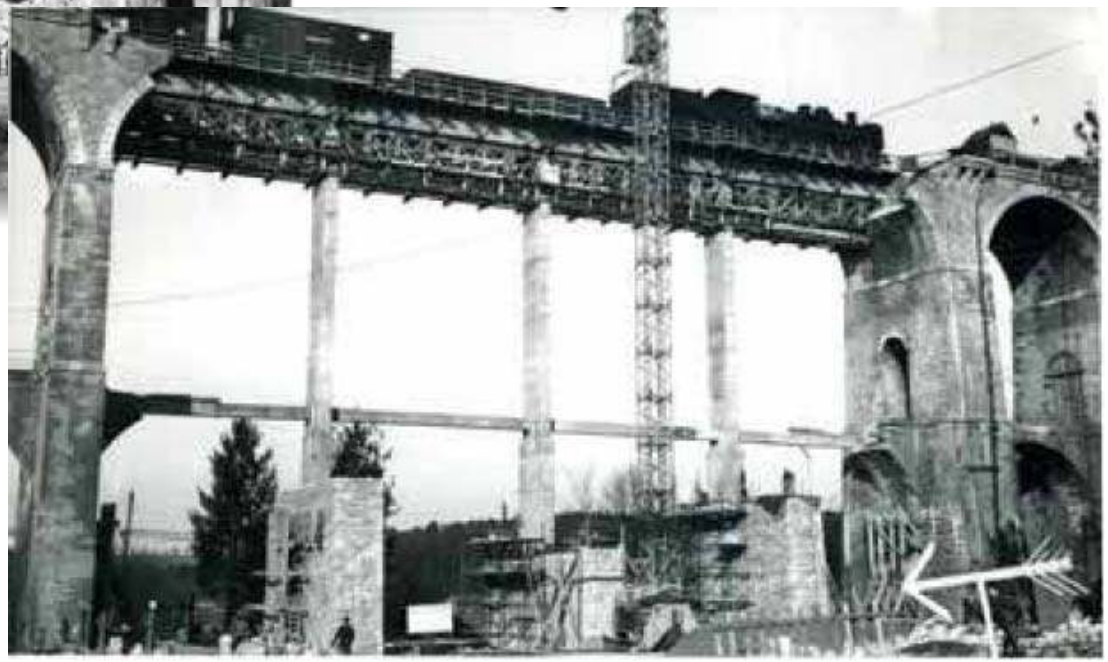
1897



Historique



Septembre 1944



Février 1945

Avaries





La réhabilitation du Viaduc de Chaumont

Avaries

Avarie principale :

1971

Epinglages de bandeau avec des barres HA18 scellées dans de forages de 4,5cm de diamètre sur de longueurs variables avec scellement au mortier IB 80



Avaries

Avarie principale :







- Des fissures en étoile sont apparues sur les bandeaux à la suite de la réparation de 1971-1972, au droit des têtes d'épingles.
- Ces fissurations se sont prolongées aux voussoirs adjacents et ont provoqué l'éclatement et la chute de morceaux de moellon.

Avaries

Avarie principale

- Dès le début, le **caractère expansif** du **mortier** de scellement des barres d'épinglage en présence d'eau, a été mis en cause dans l'apparition des fissures que les essais et une analyse au Microscope Électronique à Balayage (MBE) ont confirmé
- À cela s'ajoute :
- **La corrosion de la barre d'épingle** (trou horizontal, injection difficile)
- **L'action du gel dans les fissures existantes**

Avaries

Autres avaries

- Fissures longitudinales de décollement de bandeaux et à l'arrière des épingles mises en place en 1971

- Le déversement des tympans

- Des venues d'eau et concrétions au niveau des voûtes situées sous les voies et à la base de quelques piles conséquence d'une mauvaise étanchéité



Avaries

Autres avaries

- Les enduits en intrados des voûtes se décollent localement et risquent de tomber
- Certaines zones sont altérées et déjointées
- Des épaufrements et des moellons abimés peu nombreux mais disséminés sur l'ouvrage
- De nombreuses réparations anciennes, effectuées avec un mortier armé, épaufrées laissant apparaître des armatures corrodées.

Avaries

Autres avaries









Travaux





La réhabilitation du Viaduc de Chaumont

Travaux

Deux phases de travaux

- Première phase réalisée en 2016 : réfection de l'étanchéité avec renouvellement des voies et du ballast
- Deuxième phase en 2017-2018 : Réfection des maçonneries et pose de contre bandeaux



Maîtrise d'Ouvrage mandatée : Agence Projets Grand Est

Maîtrise d'Œuvre étude : SNCF RÉSEAU

Maître d' Œuvre générale Infrapôle de Champagne Ardenne Pôle Investissements Travaux

Travaux

Étanchéité

Entreprise mandataire : ETF agence EST

Entreprise du groupement : ETANDEX





Travaux

Étanchéité

Complexe d'étanchéité : résine polyuréthanne de 3 mm d'épaisseur entre 2 feutres anti poinçonnant (Projection à chaud de la résine PROTHEANE AC)

- 5 500 m² d'étanchéité (176 avaloirs)
- environ 2 500 tonnes de ballast
- 2 415 traverses béton Monobloc M243 NP A





Travaux

Deuxième phase

Entreprise mandataire :

BOUYGUES TRAVAUX PUBLICS

REGIONS FRANCE

VSL FRANCE



Entreprises sous traitantes

ARMHOLDT échafaudages

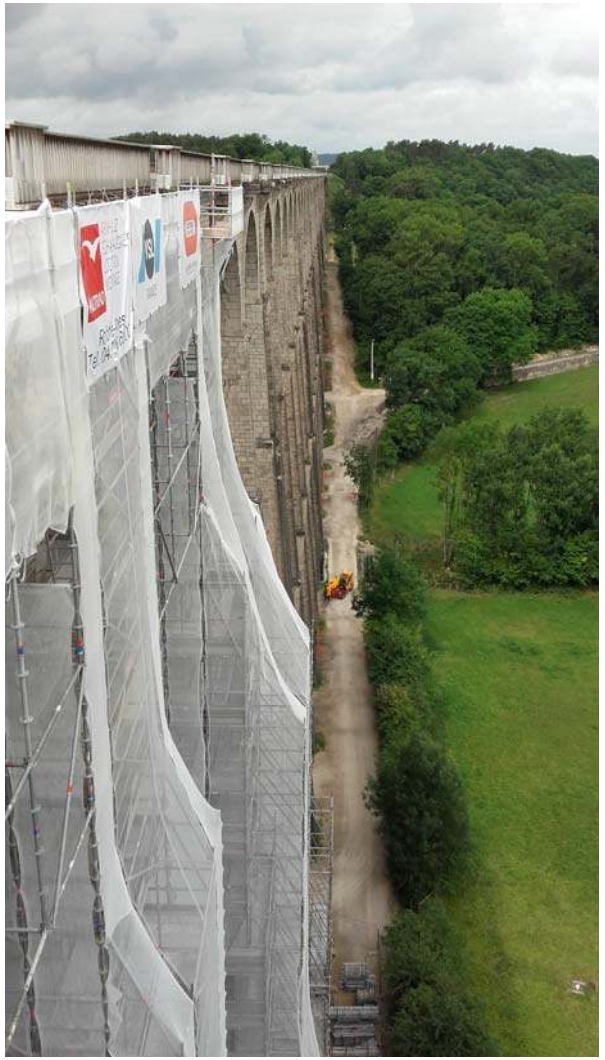
LEON NOEL

Travaux

échafaudage

Première fois que le viaduc est échafaudé complètement avec accès à toutes les parties de l'ouvrage

Trois voûtes échafaudées en même temps avec une rotation du matériel



Travaux

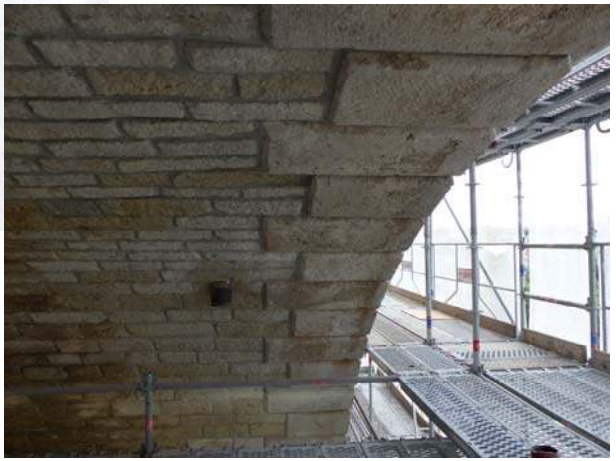
échafaudage





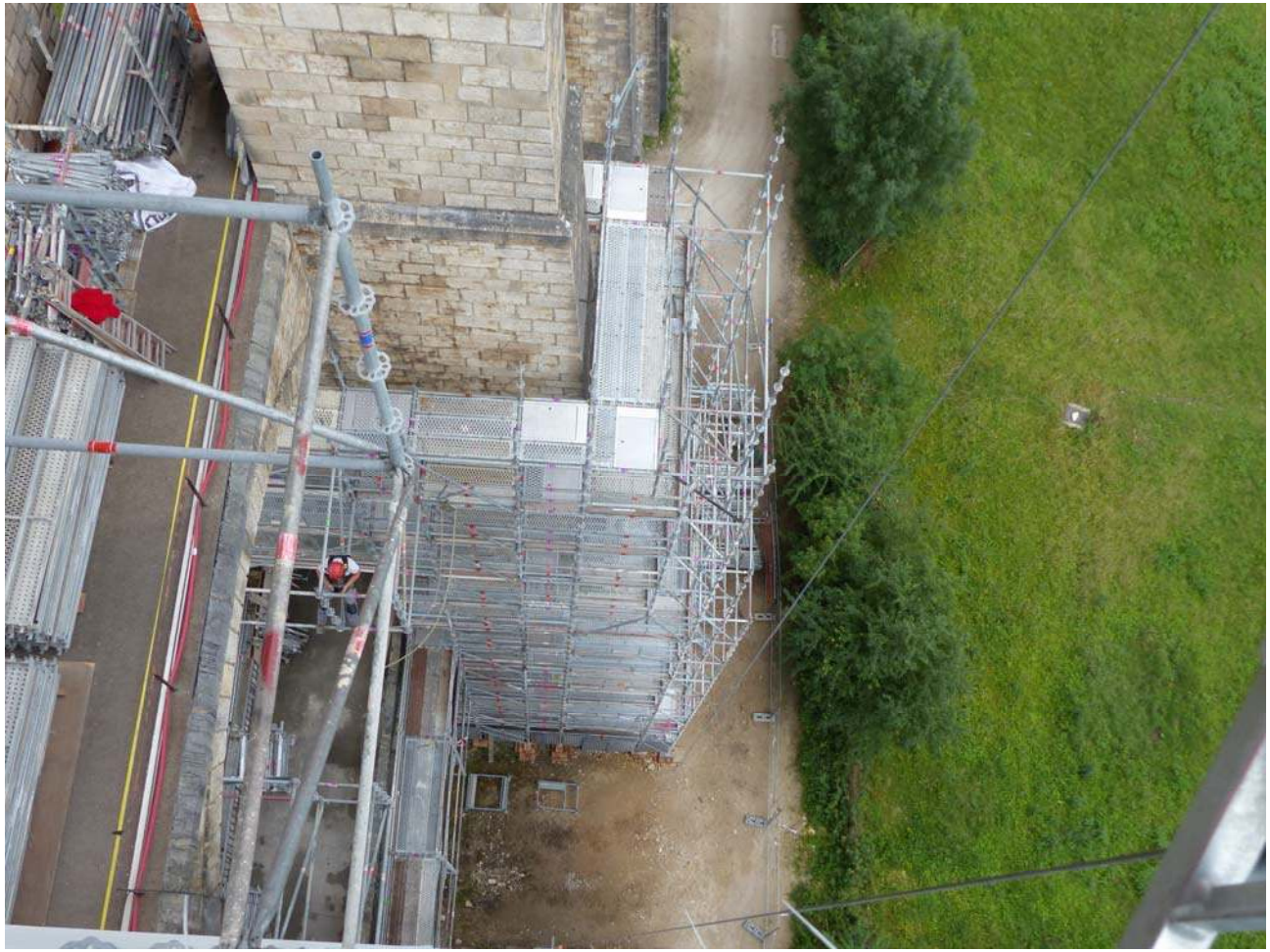






Travaux

échafaudage



Travaux

La présence d'**eau** est fondamentale à la création du **gel expansif**

L'étanchéité des voûtes et le traitement des surfaces extérieures sont primordiales pour l'atténuation du processus.

Travaux

réparations des voussoirs de bandeau

- purge systématique des éléments instables
- Sur toutes les têtes d'épinglage
  - Purge latéralement du mortier de scellement sur 5 cm de profondeur
  - Avivage et passivation des armatures
  - Comblement du vide par un mortier de chaux hydraulique,
- La réfection des moellons abimés ou des réparations existante avec un mortier de restauration à base de chaux naturelle (LITHOMEX)
- Le calfeutrement et injection des fissures situées dans les bandeaux et les tympans

Travaux

réparations des voussoirs de bandeau





Travaux

réparations des voussoirs de bandeau





Travaux

réparations des voussoirs de bandeau





Travaux

réparations des voussoirs de bandeau





Travaux

Travaux de réfection des maçonneries

- Purge en recherche des maçonneries, des anciennes réparations et des joints instables,
- Rejointoiement réalisé avec un mortier de chaux hydraulique naturelle
- Réfection des moellons et des pierres de taille fortement abimés
  - soit avec un mortier de réparation (chaux de type TRADICAL PF-60)
  - Soit par reconstitution locale ou le remplacement de moellons
- L'exécution de ligne de coupure pour figurer l'appareillage de l'ouvrage

Travaux

Travaux de réfection des maçonneries



Travaux

Travaux de réfection des maçonneries





Travaux

Travaux de réfection des maçonneries









Travaux

Travaux de sécurisation des circulations (piétonnes et routières)

Pose d’un contre bandeau en métal déployé en alliage d’aluminium anodisé cintré épousant le bandeau (et sur l’ensemble de la voute au dessus des voies routières ou piétonnes.





Travaux

Tavaux de nettoyage de l’ouvrage

- Dévégétalisation
- Le nettoyage des maçonneries par hydrogommage





Conclusions





La réhabilitation du Viaduc de Chaumont

Conclusions

L'eau est le pire ennemi de la maçonnerie et l'étanchéité en bon état est indispensable

(essayer de) **Penser à tout dans la conception** d'une réparation au risque de créer des problèmes dans les années à venir

Preuve de la **robustesse** de la maçonnerie : première révision générale après **160 ans** !

Merci de votre attention

