

BOURHIS Florent  
CHAMBON Pierre  
PLASSARD Florent



# Pathologies et réparations des ouvrages d'art

Projet  
Le viaduc Pasteur à Lyon

Le 9 mars 2011  
Année 2010-2011

# Sommaire

Liste des Illustrations.....	3
1 - Renseignements généraux concernant l'ouvrage .....	4
2 - Caractéristiques techniques et dimensionnelles de l'ouvrage .....	5
3 - Équipements de l'ouvrage .....	8
4 – Repérage.....	9
5 - Conditions de la visite de l'ouvrage .....	10
6 - Relevés des désordres de l'ouvrage.....	11
6.1 – Equipements.....	11
6.2 – Piles (y compris appareils d'appui) .....	13
6.3 – Culées (y compris appareils d'appui) .....	14
6.4 - Tabliers de l'ouvrage.....	16
7 - Synthèse – causes des désordres – investigations nécessaires .....	18
7.1 – Equipement .....	18
7.2 – Piles.....	18
7.3 – Culées.....	19
7.4 - Intrados des demi-tabliers.....	19
7.5 – Investigations pour la précontrainte.....	19
8 – Conclusions .....	20
8.1 - Sur l'état général de l'ouvrage – sur la gestion de l'ouvrage .....	20
8.2 - Sur les interventions a priori nécessaires .....	20
9 - Principes d'entretien spécialisé ou réparation .....	22
9.1 - Changement des appareils d'appui des piles.....	22
9.2 – Renforcement structurel longitudinal du tablier .....	23

## Liste des Illustrations

Figure 1 : Plan de situation.....	4
Figure 2 : Vue en plan .....	5
Figure 3 : Coupe transversale du tablier.....	5
Figure 4 : Extraits de plan de câblage longitudinal.....	6
Figure 5 : Coupe longitudinale.....	6
Figure 6 : Longrine transversale entre les socles des piles .....	7
Figure 7 : Schéma de principe de la culée.....	7
Figure 8 : Repérage des différentes parties de l'ouvrage .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Figure 9 : Désordres constatés sur les corniches (Photo 1).....	11
Figure 10 : Élément de corniche manquant (Photo 2).....	11
Figure 11 : Obstruction du caniveau par la végétation (Photo 7).....	12
Figure 12 : Pied de la pile P3D (Photo 8) .....	13
Figure 13 : Appareil d'appui de la pile P4D (Photo 10) .....	13
Figure 14 : Parement de la culée Sud C0 (Photo 3) .....	14
Figure 15 : Surface du béton constituant la culée Sud C0 (Photo 4) .....	14
Figure 16 : Vue de dessous des corniches et du tablier au niveau de la rampe d'accès Sud (Photo 5).....	15
Figure 17 : Développement de mousses au niveau de la rampe d'accès sud (Photo 6).....	15
Figure 18 : Endommagement des caissons du tablier Est (Photo 11) .....	16
Figure 19 : Détérioration caractéristique du béton du tablier au droit des dispositifs d'évacuation de l'eau (Photo 12) .....	16
Figure 20 : Répétition des motifs de dégradation du béton (Photo 13).....	17
Figure 21 : Extrémité basse d'un demi-tablier .....	18
Figure 22 : Schéma de précontrainte extérieure.....	21
Figure 23 : Schéma d'un appareil d'appui .....	22
Figure 24 : Exemple de vérinage.....	22
Figure 25 : Principe de vérinage des piles avec installation de corbeaux .....	23
Figure 26 : Exemple de précontrainte extérieure en caisson.....	23

# 1 - Renseignements généraux concernant l'ouvrage

L'ouvrage que nous avons visité est le **Viaduc PASTEUR**, numéro d'identification : A07 PB 020. Il se trouve sur la commune de Lyon, il supporte l'A7 et permet de franchir le carrefour du Pont Pasteur en rive droite du Rhône. Il s'agit d'un pont comportant deux tablier en parallèle en caisson béton précontraint. Chacun comporta 4 travées principales et 2 travées de rives. Le pont est desservi par deux rampes d'accès.

La visite a eu lieu le mercredi 10 mars 2011. Il est important de noter que ce jour là nous n'avons pas pu avoir accès à la face supérieure du tablier en raison de la circulation.

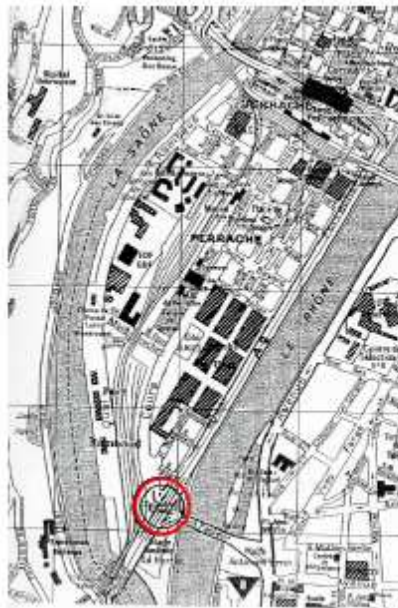


Figure 1 : Plan de situation

## 2 - Caractéristiques techniques et dimensionnelles de l'ouvrage

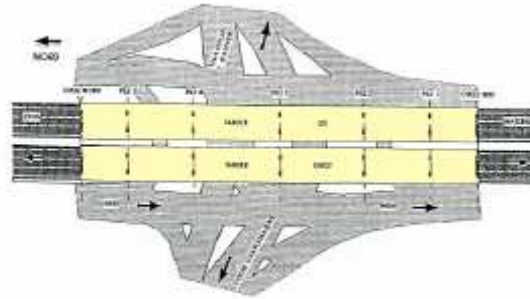


Figure 2 : Vue en plan

Le viaduc PASTEUR est constitué de deux tabliers indépendants et parallèles. La longueur de chaque tablier entre culées est de 177 mètres.

La structure de chaque tablier est constituée de 2 caissons en béton **précontraint longitudinalement** à proximité des piles et d'une dalle en béton **précontrainte transversalement**.

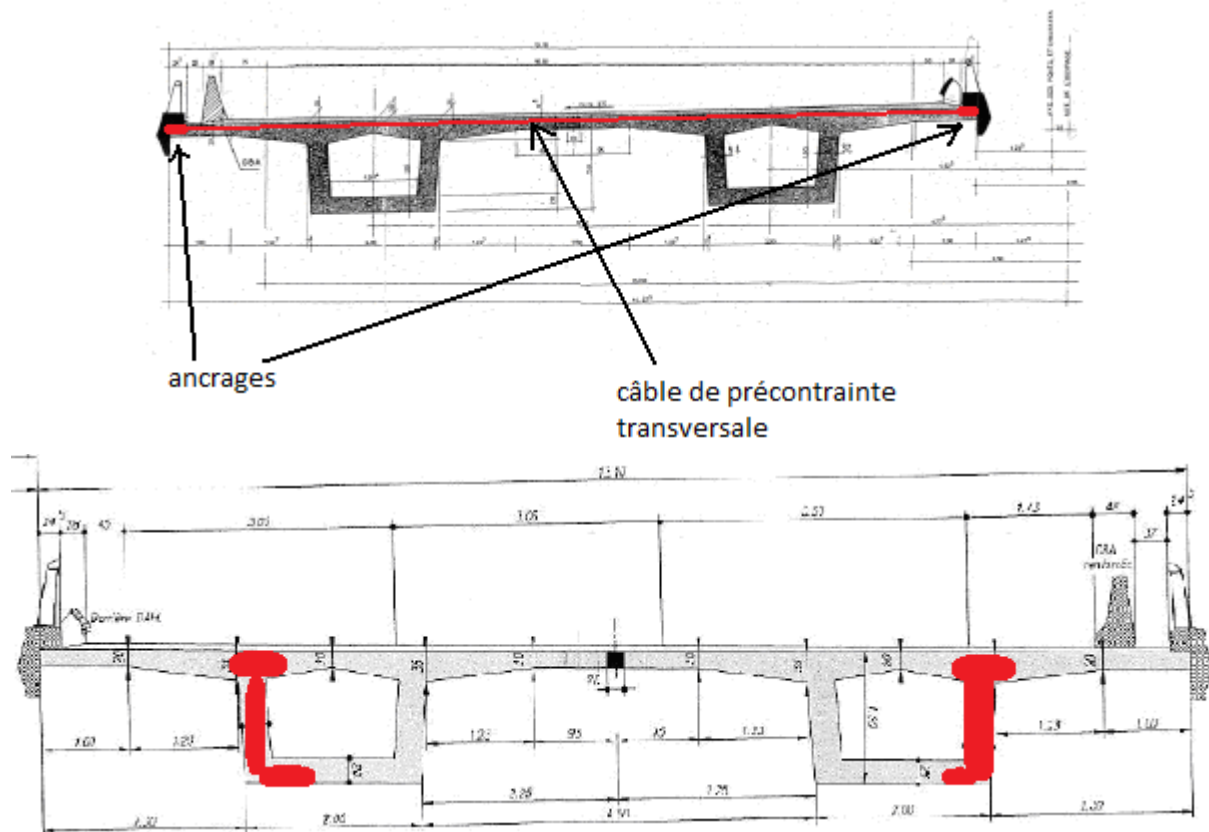


Figure 3 : Coupe transversale du tablier

La précontrainte longitudinale est présente dans les âmes du tablier dans les zones précisées. Les câbles sont situés en fibre supérieure sur appuis et en fibre inférieure en travée.

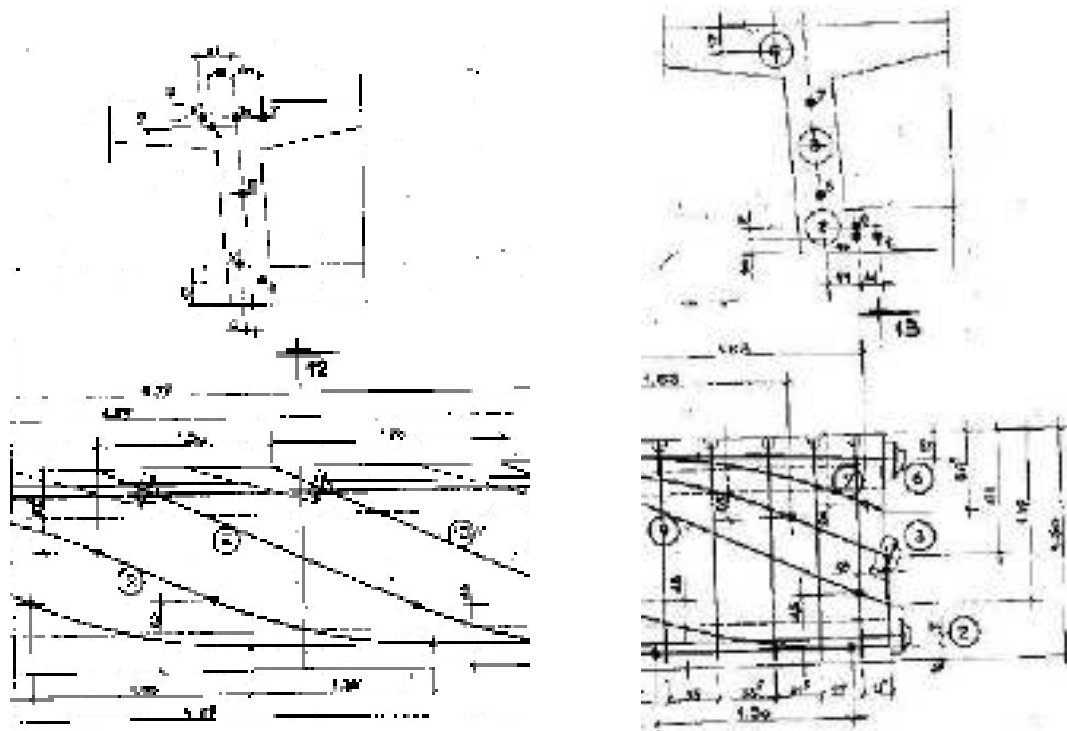


Figure 4 : Extrait de plan de câblage longitudinal

Sur l'extrait de gauche, les câbles sont fixés en fibre supérieure et descende en fibre inférieure. A droite, il s'agit du tablier au niveau de la culée. Les câbles sont ici fixés à l'extrémité de la culée.

Chaque tablier est constitué de 6 travées de longueurs 21 ; 30 et 37,5 mètres des culées vers le milieu de l'ouvrage. Chaque tablier compte 5 piles.

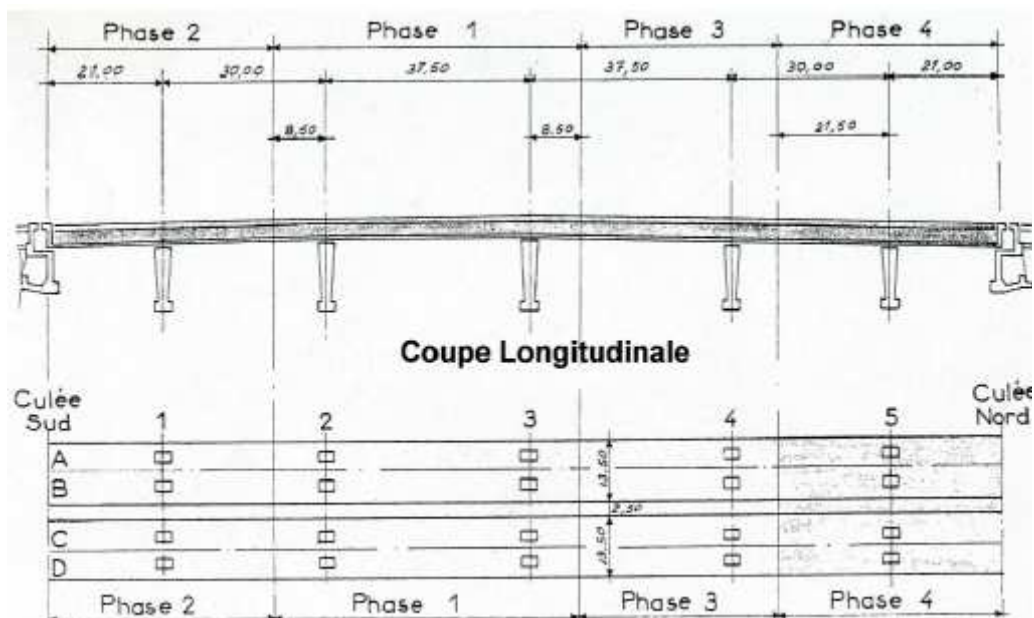


Figure 5 : Coupe longitudinale

En ce qui concerne les appuis de l'ouvrage, il s'agit d'appuis néoprène frettés. Ils sont situés aux niveaux des culées (2 appuis pour chaque tablier au niveau d'une culée) et au

niveau du terrain naturel pour chaque pile. Un appui est présent pour chaque pile. En effet, les piles sont encastrees au niveau du tablier.

Les fondations des piles et des culées ont été réalisées à l'aide de pieux en béton moulé dans le sol. Pour les piles, il s'agit d'un pieu de diamètre 125 cm coiffé d'un massif en béton. Pour les culées, 13 pieux de 70 cm de diamètre ont été installés pour chaque culée.

Une longrine transversale en béton armé liaisonne les massifs en béton de chaque ligne de piles de chaque tablier.

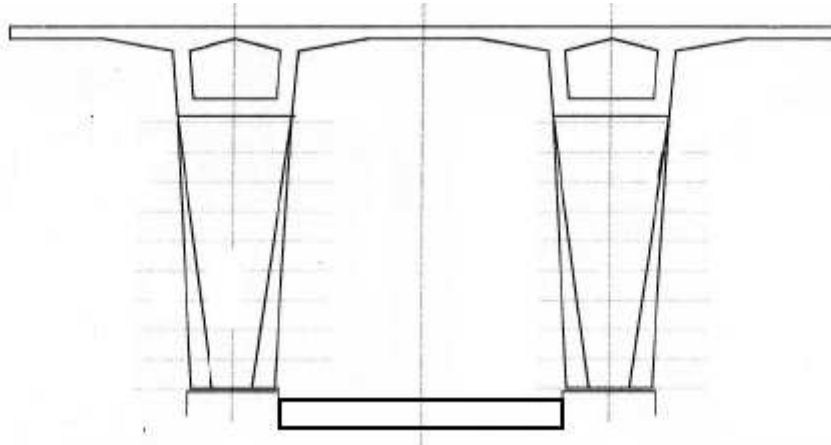


Figure 6 : Longrine transversale entre les socles des piles

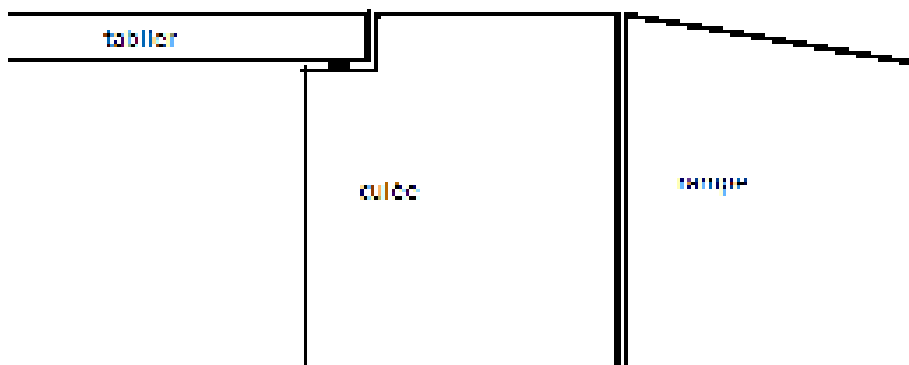


Figure 7 : Schéma de principe de la culée

L'observation de la culée du pont a montré qu'elle est bien distincte de la rampe d'accès. En effet, l'observation par en dessous de la route montre qu'il y a deux joints de chaussée : entre le tablier et la culée et entre la culée et la rampe.

Chaque tablier présente une largeur de dalle de 13,10 mètres. Chaque dalle présente un dévers unique d'une pente de 2% dirigée vers l'Est pour le tablier Est et vers l'Ouest pour le tablier Ouest.

Chaque tablier de l'ouvrage a été réalisé en 4 phases de bétonnage :

- phase 1 : travée n°3 entre la 3<sup>ème</sup> et la 1<sup>ère</sup> ligne d'appuis (37,50 ml) et 8,50 mètres en console au-delà de chaque ligne d'appui (travées n°2 et n°4),
- phase 2 : la travée n°1 (21,00 ml) et la partie manquante de la travée n°2 (21,50 ml),
- phase 3 : la partie manquante de la travée n°4 (29,00 ml) et 8,50 mètres en console au-delà de la 5<sup>ème</sup> ligne d'appui (travée n°5),
- phase 4 : la partie manquante de la travée n°5 (21,50 ml) et la totalité de la travée n°6.

### **3 - Équipements de l'ouvrage**

Depuis le dessous de l'ouvrage, plusieurs équipements ont pu être observés :

**- les corniches :**

Il s'agit de corniches béton posées sur le bord de chaque tablier. Elles permettent aussi l'écoulement de l'eau de chaussée.

**- les glissières :**

A l'extérieur, elles ont en béton. Entre les deux tabliers, des garde-corps métalliques ont pu être observés ainsi que des glissières béton en forme de barrière.

**- les réseaux :**

On notera la présence de réseaux de câbles non identifiés le long des corniches dans des tuyaux plastiques. On observe également la présence de réseaux de câbles sous le tablier.



## 4 - Repérage

Les différents éléments de structures constituant l'ouvrage sont repérés suivant le canevas ci-dessous et le plan suivant (cf. figure 5) :

- Les deux tabliers de l'ouvrage sont notés :

- tablier Est (sens de circulation Sud-Nord : Marseille-Paris)
- tablier Ouest (sens de circulation Nord-Sud : Paris-Marseille)

- Les lignes d'appuis sont numérotées depuis le Sud :

- Culée côté Sud (Marseille) C0
- Ligne d'appui P 1, la plus près de C0
- Ligne d'appui P2
- Ligne d'appui P3
- Ligne d'appui P4
- Ligne d'appui P5
- Culée côté Nord (Paris) C6

- Les piles et leur appareil d'appui sont numérotés par ligne d'appui par une lettre depuis l'Ouest de A à D.

- Lettres A et B tablier Ouest
- Lettres C et D tablier Est

- Les appareils d'appuis des culées sont numérotés par une lettre depuis l'Ouest de A à H.

- Lettre A à D tablier Ouest
- Lettre E à H tablier Est

- Les travées sont numérotées par un numéro

Du Sud vers le Nord, de 1 à 6, travée N°1 entre la culée C0 et les piles P1.

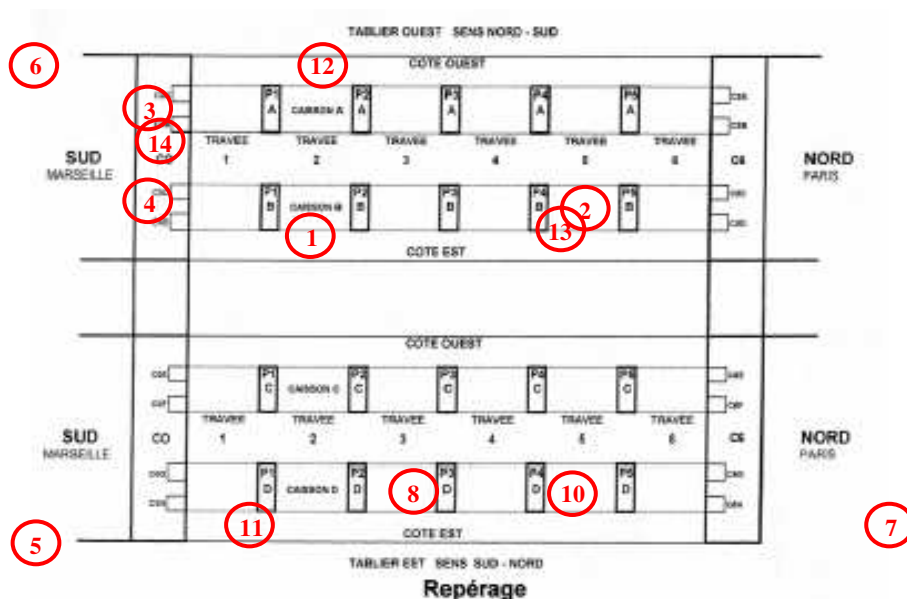


Figure 8 : Repérage des différentes parties de l'ouvrage, et des photos prises

## **5 - Conditions de la visite de l'ouvrage**

Cette visite de chantier s'est déroulée le 9 mars 2011 dans l'après midi de 13h30 à 15h30. La météo était clémente : soleil de printemps. Pour cette visite était présente l'ensemble de l'équipe responsable de se rapport, i.e. Florent Bourhis, Pierre Chambon et Florent Plassard. Au même moment, d'autres équipes d'élèves, ainsi que nos professeurs, étaient sur le terrain. Nous disposions d'un dossier de plan de l'ouvrage, d'un appareil photo, d'un fissuromètre.

Nos possibilités d'investigation étaient limitées par l'inaccessibilité de certaines zones du pont. De ce fait, nous n'avons pas pu observer convenablement l'ouvrage. En ce qui concerne les désordres sous le tablier, il aurait peut être été nécessaire d'avoir à notre disposition une passerelle afin de pouvoir observer de plus près l'état du béton.

## 6 - Relevés des désordres de l'ouvrage

Cette partie s'appuie sur des observations uniquement réalisées depuis le dessous de l'ouvrage.

### 6.1 - Equipements

- *Corniches :*

Les corniches sont globalement en mauvais état. Elles sont en béton armé : en maints endroits, le béton est éclaté et les armatures en acier sont apparentes. Ces armatures en acier, en contact avec l'air, sont corrodées.

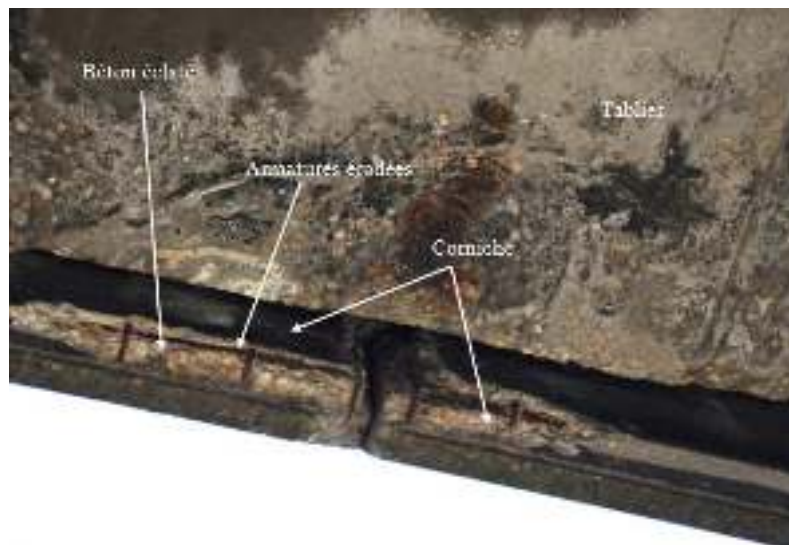


Figure 9 : Désordres constatés sur les corniches (Photo 1)

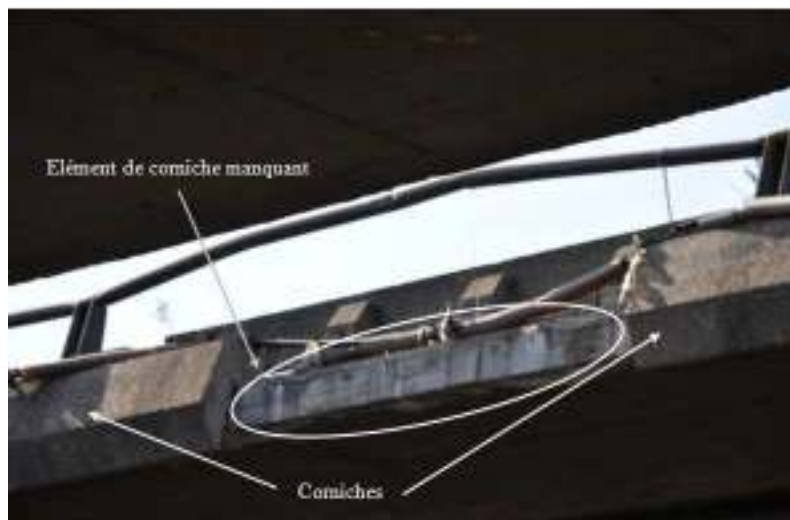


Figure 10 : Élément de corniche manquant (Photo 2)

- *Garde-corps sur les corniches :*

Les garde-corps situés sur les corniches sont en acier. La photo 2 (cf. Figure 10) montre que certains de ces garde-corps sont déformés : toutefois, les garde-corps sont, en général, en bon état.

- *Dispositif de retenue (barrière de sécurité)*

La barrière de sécurité est en béton. L'observation, en détail, de cette dernière s'est révélée délicate : en effet, ces barrières sont dissimulées, visuellement, par les corniches. En réalité, ces dispositifs de retenue ne sont observables convenablement que depuis le dessus du tablier, ainsi nos observations ne nous permettent pas de conclure sur l'état de ces dispositifs.

- *Assainissement*

Des caniveaux, permettant d'évacuer l'eau, sont situés sur le côté ouest du tablier ouest et sur le côté est du tablier est. Ces caniveaux sont obstrués, par endroits, par de la végétation comme le montre la photo suivante.



**Figure 11 : Obstruction du caniveau par la végétation (Photo 7)**

- *Réseaux :*

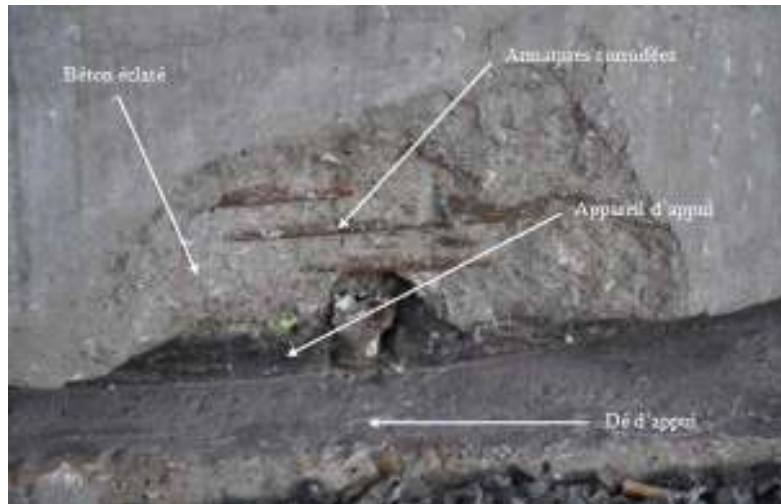
Comme nous l'avons décrit dans la partie précédente, nous avons repéré des traces de réseaux existants, cela dit nous n'avons aucun renseignement sûr sur leurs fonctions. Ceci dit, nous pouvons témoigner que, parfois, leurs gaines de protection semblent altérées.

## 6.2 – Piles (y compris appareils d'appui)

- *Ligne d'appui P3 (à titre d'exemple)*

On constate ici que le béton constituant le pied des piles et des dés d'appui, est détérioré. Comme le montre la photo suivante, les aciers sont alors apparents et corrodés. Ces détériorations sont ponctuelles et non observables sur chaque pile.

On constate également que les frètes d'acier composant les appareils d'appui néoprène sont visibles. De plus, le néoprène est craquelé.



**Figure 12 : Pied de la pile P3D (Photo 8)**

- *Ligne d'appui P4 (autre exemple)*

La photo suivante illustre, une nouvelle fois, les propos précédents : on observe au niveau du pied de la pile que le béton est érodé, et que les armatures sont apparentes et corrodées.



**Figure 13 : Appareil d'appui de la pile P4D (Photo 10)**

### 6.3 – Culées (y compris appareils d'appui)

- *Culée Sud C0 et rampes d'accès :*

Le fronton de la culée Sud C0 est recouvert d'un parement de décoration et de protection. Certains panneaux de ce parement ne sont plus en place.

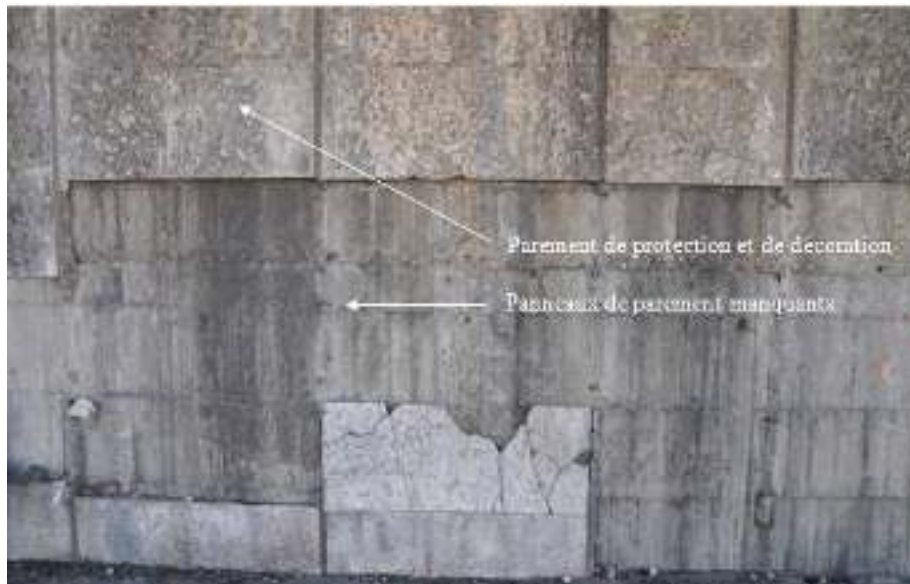


Figure 14 : Parement de la culée Sud C0 (Photo 3)

Le béton constitutif de la culée, du fait de l'absence de certains des panneaux du parement, a pu être observé. Des agrégats de granulats sont observés. Ce béton est également caractérisé par une forte porosité.



Figure 15 : Surface du béton constituant la culée Sud C0 (Photo 4)

Les corniches et surfaces inférieures du tablier qui peuvent être observées au niveau des rampes d'accès présentent d'importants désordres. Le béton est éclaté sur de larges surfaces. Les aciers passifs y sont apparents : ceux-ci sont corrodés.

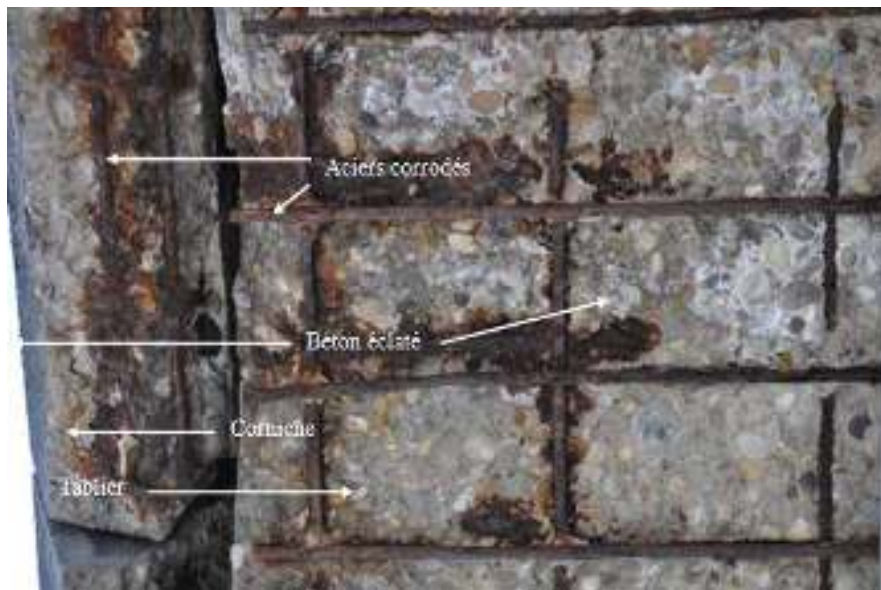


Figure 16 : Vue de dessous des corniches et du tablier au niveau de la rampe d'accès Sud (Photo 5)

D'autre part, au niveau de la rampe d'accès sud, des mousses se développent sous le tablier.



Figure 17 : Développement de mousses au niveau de la rampe d'accès sud (Photo 6)

Nous ne présentons pas les images concernant les pathologies des autres culées car les dommages observés sont de mêmes natures que ceux exposés précédemment.

## 6.4 - Tabliers de l'ouvrage

- *Tablier Est :*

Les principaux dommages que nous observons sur le caisson sont des éraflures et des traces d'impacts sur le bas du caisson.

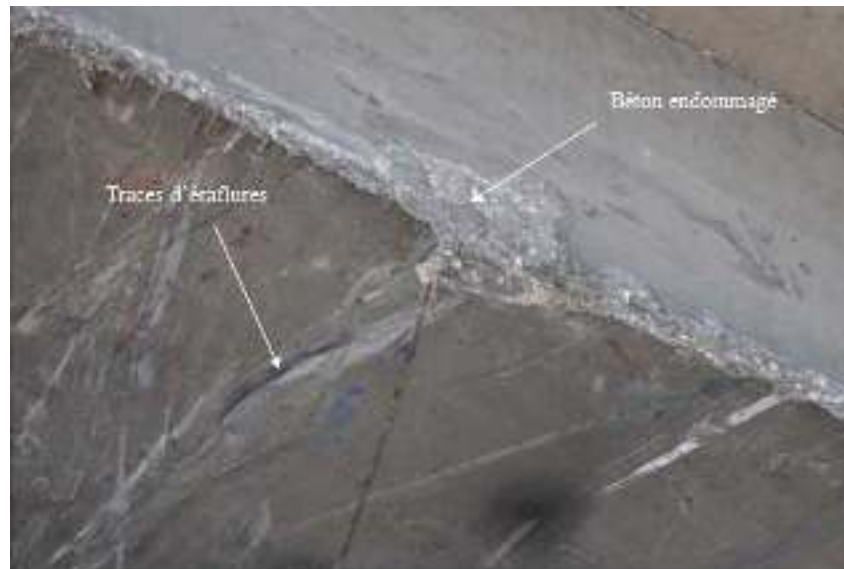


Figure 18 : Endommagement des caissons du tablier Est (Photo 11)

- *Tablier Ouest*

De traces de calcite sont visibles sous le tablier. De plus, en certains endroits, on remarque des éclats de béton. Il est intéressant de noter qu'il n'est pas impossible qu'un premier ragréage ait été effectué, un béton plus récent étant parfois visible.



Figure 19 : Détérioration caractéristique du béton du tablier au droit des dispositifs d'évacuation de l'eau (Photo 12)



Tout le long et des deux cotés des différents tabliers, nous pouvons observer des demi-cercles tous les 50cm sur le bord du tablier. Nous avons pu profiter de l'absence de l'une des corniches pour illustrer cette pathologie (cf. figure 20).



**Figure 20 : Répétition des motifs de dégradation du béton (Photo 13)**

Fréquemment, nous observons également au droit de ces demi-cercles, des traces de rouille due vraisemblablement à la corrosion des aciers voisins.

## 7 - Synthèse – causes des désordres – investigation nécessaire

### 7.1 – Equipement

L'équipement du pont est dans l'ensemble usagé. L'exemple le plus frappant est le cas des corniches. En effet, certaines sont manquantes et la plupart présentent des aciers apparents corrodés. Par ailleurs, les caniveaux d'évacuation de l'eau sont par fois obstrués avec de la végétation. Ces deux éléments peuvent être reliés comme le montre la figure suivante.

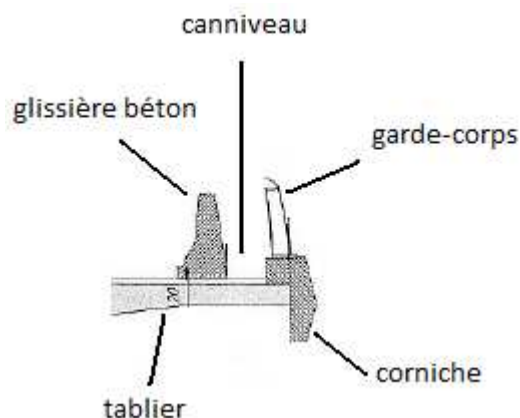


Figure 21 : Extrémité basse d'un demi-tablier

L'origine des désordres semble due à un problème d'étanchéité au niveau de la corniche : l'eau du caniveau passe entre le tablier et la corniche et s'écoule sur les corniches et l'intrados du tablier.

En ce qui concerne les dispositifs de retenue, il est fort probable que le désordre observé soit dû au choc d'un véhicule sur le garde corps.

### 7.2 – Piles

Les piles présentent des dégradations d'usure normale, par exemple, les éclats de béton ont mis à nu des aciers à cause de possibles infiltrations d'eau. Ces derniers se sont corrodés par la suite. Cela peut être aussi dû aux travaux de rénovation de la voirie située en dessous du tablier. En effet, les appuis sont parfois situés en dessous du niveau des trottoirs. Lors de ces travaux, des chocs ont pu être occasionnés contre le bas des piles.

Par ailleurs, les appuis en néoprène fretté ont pu subir des attaques à cause des ruissellements au niveau du terrain naturel. De plus le néoprène a été sujet aux cycles de gel dégel tout au long de la vie de l'ouvrage. De tels cycles ont provoqué des contraction-dilatations, et donc de la fatigue qui a pu causer des effritements et craquellements de l'appui.

Nous pouvons aussi nous interroger sur les dispositions constructives qui ont été appliquées lors de la conception de l'ouvrage. En effet, les distances de retrait des appareils d'appuis par rapport au rebord des bossages, ou du bas des piles, serait peut être un peu faible, et de ce fait protégerait moins le néoprène.

### **7.3 – Culées**

Les culées présentent des désagréments d'usure normale, avec notamment des panneaux de décoration tombés. Les joints de chaussée observables depuis le dessous de l'ouvrage sont eux aussi très usagers, ainsi leur fonction d'étanchéité n'est plus du tout assurée. Des défauts de mélange du béton, avec amas de granulats ont été observés : ces défauts de construction peuvent s'expliquer par le fait que la coulée de la butée demande une grande quantité de béton, ou d'un manque d'attention lors de la mise en place. Enfin, la rampe d'accès présentent des pathologies comparables au tablier : corniches manquantes, aciers visibles corrodés et développement de végétation.

### **7.4 - Intrados des demi-tabliers**

Les observations concernant les intrados des demi-tabliers renvoient en partie aux désordres décrits précédemment. Les coulées de calcite ainsi que la détérioration du béton à proximité des corniches provient de la traversée de l'eau des caniveaux entre la corniche et le tablier. Cela a été d'autant plus possible à cause de l'absence de certaines corniches. Une fois que l'eau est dans le béton, le carbone qu'elle contient attaque le carbonate de chaux pour donner un bicarbonate de chaux soluble, ce qui engendre ces coulées blanches au niveau de l'intrados et fragilise le béton ainsi appauvri en ciment.

Les infiltrations ont aussi été possibles à cause de la végétation, ou bien à travers les fissures du béton. Certaines de ces fissures, de forme demi circulaire, surtout visibles lorsque les corniches sont absentes, tiennent leur origine de la structure même de l'ouvrage. La conception du tablier a nécessité de la précontrainte transversale. Cette précontrainte repose sur des plots de béton demi-cylindriques, placés tous les 50cm sur les bords des tabliers. Il semble que le béton ne résiste plus localement à la force de ces câbles, que les fissures apparaissent, permettant ainsi à l'eau de s'infiltrer.

Par ailleurs, on remarque sous le tablier des zones où le béton a éclaté. Sur les âmes des tabliers qui sont les parties les plus basses, l'origine du trouble peut être due à des chocs de camions se déplaçant sous la structure. En ce qui concerne le béton éclaté sous les corniches, il y a différentes origines. Nous avons déjà abordé la carbonatation, mais il faut aussi penser aux sels de déverglaçage dus à la circulation tant au dessus qu'au dessous de l'ouvrage. De plus les cycle de gel/dégel dégrade considérablement les bétons fragiles. De plus les infiltration faisant rouiller les aciers, ces derniers occupent plus d'espace, ce qui fait sauter le béton de la zone d'enrobage.

### **7.5 – Investigation pour la précontrainte**

Il se trouve que tout n'a pas pu être observé depuis le dessous du pont, en particulier l'état des câbles de précontrainte pour ne citer qu'eux. Ainsi il est fort probable qu'ils devront faire l'objet d'investigations supplémentaires afin d'en déterminer leur états actuels. Il s'agit par exemple de déterminer si ces câbles sont, oui ou non, corrodés.

Une telle étude peut ensuite être réalisée par un bureau d'étude à l'aide de différentes méthodes de diagnostic de câble de béton précontraint, par exemple : écoute acoustique, rayon gamma (gammagraphie ou radiographie).

## **8 – Conclusions**

### ***8.1 - Sur l'état général de l'ouvrage – sur la gestion de l'ouvrage***

L'analyse extérieure de l'ouvrage a montré que celui-ci souffrait de nombreuses pathologies. Le béton souffre vraisemblablement de carbonatation. Les armatures passives, du moins celles situées sous les corniches, sont corrodées. L'état des aciers de précontrainte (pour la précontrainte transversale) n'est pas connu : toutefois, il est peu vraisemblable que ceux-ci soient intacts. La précontrainte est un élément majeur de l'ouvrage : si celle-ci se révélait corrodée, c'est la résistance même de l'ouvrage qui serait remise en question. Il serait alors probable que celui-ci ne soit plus en mesure de résister aux charges de trafic pour lesquelles il a été dimensionné. Ainsi, dans un premier temps, il serait conseillé de réduire la vitesse limite des véhicules sur l'ouvrage : cela réduirait d'une part les effets dynamiques que subit l'ouvrage ; d'autre part, cela diminuerait le risque d'accident et l'intensité des chocs pouvant résulter de ces derniers.

### ***8.2 - Sur les interventions a priori nécessaires***

La carbonatation du béton sous les corniches est à l'origine de la corrosion des armatures passives. L'éventuelle corrosion des aciers de précontrainte est également liée à cette carbonatation. Cette carbonatation résulte d'une mauvaise évacuation de l'eau. Il s'agit donc, tout d'abord, d'améliorer l'évacuation de l'eau. En effet, la mauvaise évacuation de l'eau, actuellement observée est à l'origine de la majorité des désordres relevés. Afin d'améliorer l'évacuation de l'eau, il s'agit, dans un premier temps, de réparer les dégâts observés sur les dispositifs d'évacuation : par exemple, il est nécessaire de remplacer les corniches manquantes et de désherber les caniveaux. Un entretien et un désherbage régulier des caniveaux seront indispensables pour que l'évacuation de l'eau puisse se faire correctement de manière durable.

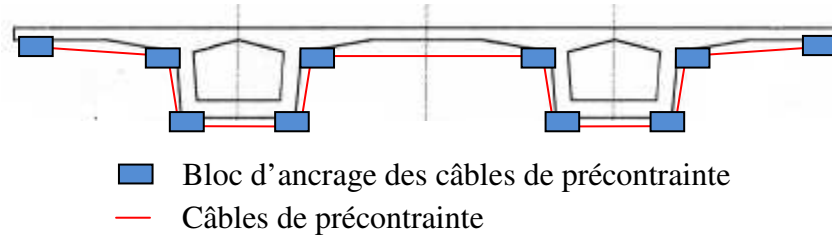
Le béton situé sous les corniches est carbonaté. Les armatures passives situées sous le tablier sont corrodées. Les armatures passives situées sous le béton encore sain pourraient être également corrodées. Ainsi, avant de procéder à toute reconstitution de la peau du béton, il s'agit :

1. De dégager l'ensemble des aciers passifs situés sous les corniches ;
2. Nettoyer et enlever toute trace de rouille des armatures ;
3. Enduire, éventuellement, les armatures d'un produit inhibiteur de corrosion.

Si les aciers ne sont pas nettoyés avant de procéder à la reconstitution de la peau du béton, ceux-ci vont continuer à se corroder : les aciers vont alors gonfler et faire éclater le béton ayant été mis en place. Cette étape n'est donc pas à négliger, celle-ci conditionnant la durabilité de la réparation. Une fois, les trois précédentes étapes réalisées, il s'agira de reconstituer la peau du béton : ceci peut se faire, par exemple, par béton projeté. Des mortiers de ragréage peuvent également être utilisés pour reconstituer la peau du béton.

Il est possible que les aciers de précontrainte (pour la précontrainte transversale) soient corrodés. Si tel est le cas, ceux-ci ne peuvent plus supporter les charges pour lesquelles ils ont

été dimensionnés, la structure du pont est donc fragilisée : il s'agit donc de compenser cette perte de précontrainte. Une précontrainte transversale extérieure doit alors être mise en place. La solution suivante peut alors être envisagée. Il s'agit de positionner des câbles de précontrainte extérieure sous le tablier. Ces câbles de précontrainte épouseront la forme des caissons comme suit :



**Figure 22 : Schéma de précontrainte extérieure**

Dans un paragraphe suivant, la mise en place de câbles longitudinaux sera abordée.

## 9 - Principes d'entretien spécialisé ou réparation

### 9.1 - Changement des appareils d'appui des piles

Comme nous l'avons constaté plus en amont dans ce dossier, de nombreux désordres ont été observés au niveau de la base des piles et de leur appui. En effet, nous rappelons que les appareils d'appuis sont situés à la base des piles au niveau du terrain naturel. De notre point d'observation, le dessous de l'ouvrage, il nous a été aisé de constater la dégradation du béton du bas des piles ainsi que celui des dés d'appuis. Ces désordres laissent apparaître les armatures, leur corrosion est donc possible.

En ce qui concerne les appareils d'appuis en néoprène frettés, eux aussi présentent des dégradations. En effet les frettes d'acier qui les constituent sont largement visibles, ce qui signifie que l'enrobage en néoprène n'est plus existant, et donc qu'un renouvellement de ces appuis est nécessaire. Cette action doit être entreprise régulièrement au cours de la vie de l'ouvrage, tous les 10 à 20 ans. Schématiquement, on cherche à garder un enrobage des frettes suffisant, comme le montre le schéma suivant.



Figure 23 : Schéma d'un appareil d'appui

De plus en changeant les appareils d'appui, il sera intéressant de refaire les dés d'appuis et de reprendre le béton défectueux du bas de piles.

Toutefois, lors de la conception d'un ouvrage, il est souvent prévu des bossages de vérinage à proximité des dés d'appui dans le but d'avoir une zone pour mettre le pont sur vérin. Le but est de surélever l'ouvrage de l'ordre d'un centimètre à l'aide de vérins, puis d'opérer les réparations. On ne soulève pas le tablier trop haut pour ne pas créer trop de contrainte de flexion, de même on s'assure de la solidité de l'emplacement du vérin qui reprendra toute la descente de charge. Le vérinage s'opèrera sur l'ensemble de la ligne d'appui pour ne pas créer de torsion dans la dalle l'ouvrage. On cherche d'autant plus à minimiser les efforts induits dans le tablier, car il s'agit d'un tablier en béton précontraint, donc très rigide. Dans ce genre de travaux, une structure plus souple est moins contraignante.

Comme ici aucun espace de vérinage n'a été prévu, et du fait de la forme en pyramide inversée des piles, il devrait être assez difficile de vériner l'ouvrage au niveau des appareils d'appui avec des vérins de forme standard.



Figure 24 : Exemple de vérinage

De ce fait, les vérins devront soulever l'ouvrage au niveau du tablier, en étant le plus proche possible de l'implantation des piles sur l'intrados, zone plus rigide. Un tel vérinage ne sera d'ailleurs possible que si il n'y a pas de risque de désolidarisation de la pile et du tablier.

Si l'on doit quand même soulever l'ouvrage par les piles, il peut être envisagé de rajouter des corbeaux en béton armé solidarisés à la face des piles par de la précontrainte, afin de créer un espace de vérinage depuis le sol.

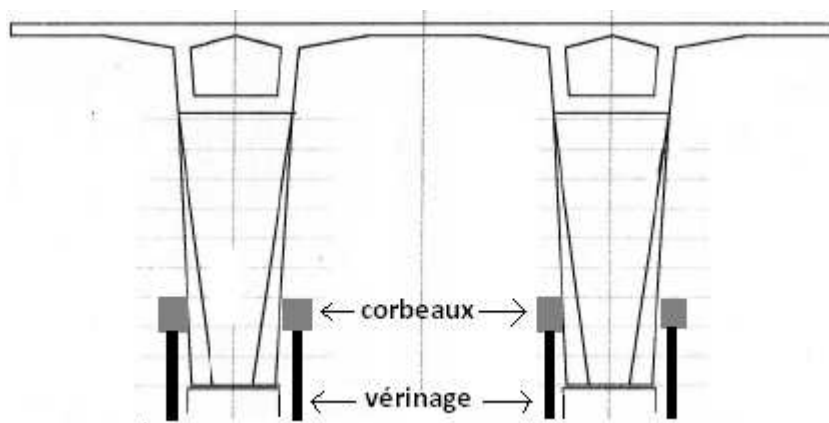


Figure 25 : Principe de vérinage des piles avec installation de corbeaux

## 9.2 – Renforcement structurel longitudinal du tablier

Nous avons vu précédemment que le problème de nombreuses dégradations est en lien avec les eaux de ruissellement sur et sous l'ouvrage. Ainsi en commençant par renforcer les corniches caniveaux de l'ouvrage, la structure serait déjà grandement soulagée. Cela dit, sur le plan longitudinal, la structure peut aussi être renforcée par de la précontrainte extérieure, ou en recomposant le béton manquant sous l'ouvrage (surtout au niveau des corniches) avec un ragréages des zones abimées.

Pour ajouter de la précontrainte longitudinale sur l'ouvrage, du fait de l'inexistence de gaines de réservation pour des câbles de précontrainte dans le béton, la solution passe par de la précontrainte extérieure. De plus comme le tablier est constitué de deux caissons, cet espace clos protégé des intempéries peut être réutilisé pour y introduire cette précontrainte additionnelle.



Figure 26 : Exemple de précontrainte extérieure en caisson

Reprendre le béton des encorbellements par du ragréage permettra aussi de renforcer la structure longitudinalement, à condition au préalable de retirer le béton trop dégradé, par sablage ou par décapage hydraulique (attention de ne pas choisir un outil trop agressif pour la structure), et d'avoir remplacé les aciers corrodés.