

# Le pont du Gard : un chef d'œuvre imparfait

mardi 9 juin 2020

par Jean-Pierre Gallos

Présentation de Jean-Yves Gréhal

*Cet article résume les « enquêtes » menées sous la direction du secrétaire général de Pont du Gard et Patrimoine Jean-Pierre Gallos. J'ai repris les notes qu'il n'avait eu le temps de mettre en forme avant son précoce décès.*

*Sous l'impulsion et la direction de Jean-Pierre Gallos, ingénieur en Génie Civil INSA Lyon et curieux impénitent, un petit groupe de membres de l'association s'est attaché à vérifier les impressions que peut ressentir tout visiteur attentif devant le pont du Gard : il n'est pas rectiligne ; il penche, et à répondre aux questions que soulèvent ces défauts.*

*Jean-Pierre Gallos et ses aides n'ont employé aucun moyen sophistiqué, mais seulement des instruments dont disposaient les Romains : des cordelettes pour matérialiser des axes ; un fil à plomb ; un niveau à eau et une règle graduée (seule l'unité aurait été différente au 1er siècle, au moment de la construction, ou au début du 18ème siècle, date des premières mesures de sauvetage de l'ouvrage et des rapports qui les justifiaient, que nous citons dans ce texte). Un peu de réflexion et les solides notions de géométrie de Jean-Pierre Gallos ont fait le reste.*

*Les mesures ont été effectuées avec l'autorisation préalable de la direction du Site et de l'architecte des bâtiments de France (il est interdit de monter sur le pont pour des raisons de préservation du monument et de sécurité évidentes : le Gardon coule plus de 20 mètres en contrebas !).*

*Sur la base des mesures effectuées, Jean-Pierre Gallos avance certains éléments d'explication, en réfute d'autres. Aux visiteurs passionnés de se faire une idée dans un débat qui a beaucoup agité un certain nombre de spécialistes. JYG*

Passés les premiers moments de stupeur et d'admiration que provoque la vue du Pont du Gard on se met à le scruter plus attentivement, à multiplier les points de vue et, très vite, deux doutes s'installent : est-il bien rectiligne ou légèrement courbe ? Penche-t-il légèrement vers l'amont ?

Ainsi, les ouvrages romains pourraient n'être pas marquées du sceau de la perfection, celui-ci en particulier ? Qu'est-il arrivé à l'ouvrage pour qu'il présente de tels défauts après, il est vrai, 2000 ans de vicissitudes dont une partie dues aux actions des hommes qui l'ont copieusement pillé en l'amputant de 40% de sa longueur et imprudemment modifié pour le transformer en pont routier au Moyen-Âge ?



*A gauche, vue des deux niveaux supérieurs du pont depuis la rive gauche. On observe la face aval de l'ouvrage.*

*A droite, vue des deux niveaux supérieurs du pont depuis la rive droite. On voit ici sa face amont.*



**Nos constats :**

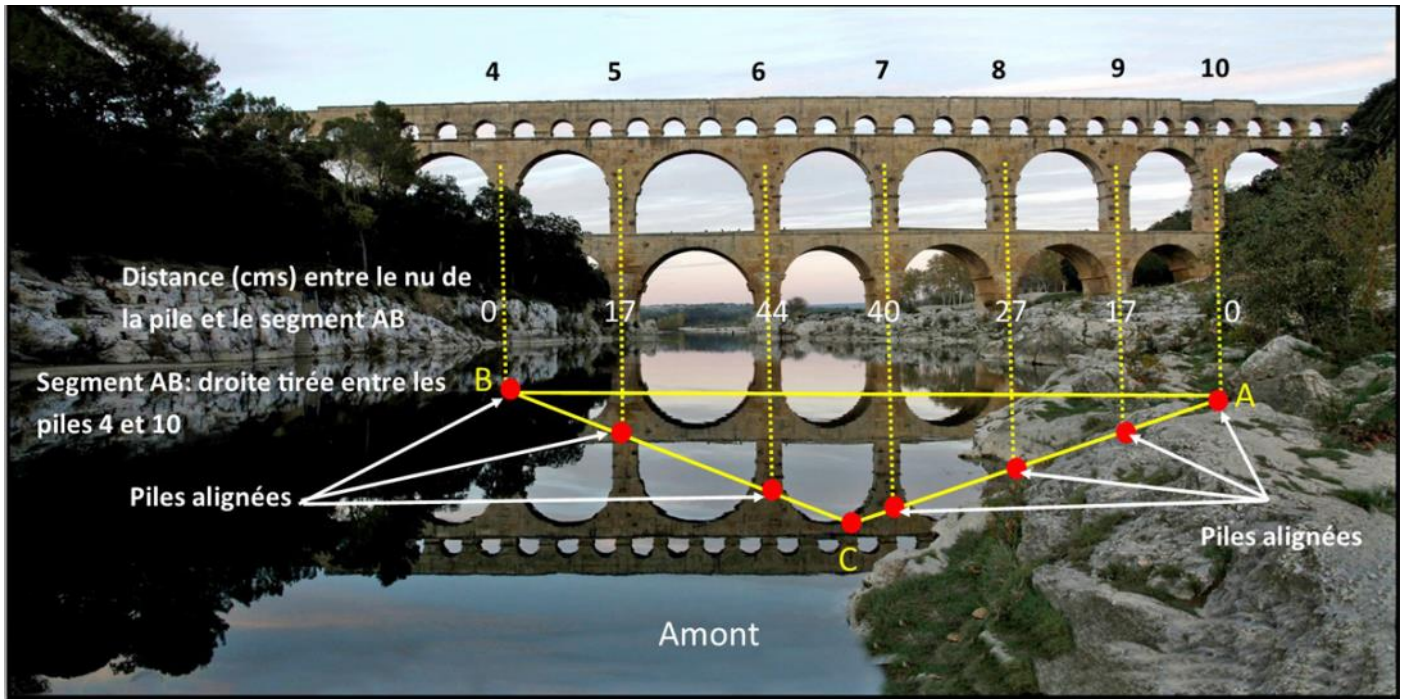
**Le pont n'est pas rectiligne : c'est vrai**

Il s'est d'abord agi de vérifier si le pont est bien rectiligne ou non. Pour cela, Jean-Pierre Gallos et sa petite équipe ont eu

recours aux instruments les plus simples qui soient : des cordelettes ; une règle graduée.

Leurs mesures ont porté sur le niveau intermédiaire, aisément accessible. Elles n'ont pas concerné toutes les piles du pont, mais seulement celles qui sont élevées au-dessus du lit du Gardon (piles 4 à 10).

Nos passionnés ont d'abord tendu côté **aval** une cordelette entre les piles extrêmes (4 et 10) matérialisant un segment AB. Ils ont relevé les distances entre les autres piles et la cordelette. Elles sont les suivantes :



- Pile 4= 0 centimètre
- Pile 5= 17 centimètres
- Pile 6= 44 centimètres
- Pile 7= 40 centimètres
- Pile 8= 27 centimètres
- Pile 9= 17 centimètres
- Pile 10= 0 centimètre

Ayant ainsi mis en évidence le fait que le deuxième étage du pont n'est pas rectiligne, ils ont cherché à en déterminer la forme.

A l'aide d'autres cordelettes, ils ont identifié deux segments rectilignes, entre les piles 4, 5 et 6 d'une part, 7 à 10 d'autre part. Les deux axes ainsi identifiés se coupent en un point C situé entre les piles 6 et 7, sensiblement à l'aplomb du sommet du pont Pitot, en formant un angle d'environ 199 grades. La distance entre ce point C et l'axe AB est d'environ 50 centimètres.

En extrapolant un axe de la pile 1 à la pile 11 correspondant à ce qu'aurait été le pont s'il avait été rectiligne, on obtient une distance du point C à cet axe d'environ 0,85 mètre représentant la concavité côté aval. En supposant que les piles du niveau intermédiaire ont bien toutes la même épaisseur, une "convexité" côté amont de même importance doit correspondre à la "concavité" relevée côté aval.

Ces mesures confirment l'impression visuelle ressentie devant certaines vues du pont du Gard.

### Les piles du 2ème étage ne sont plus verticales : c'est vrai

Le pont du Gard est-il (toujours) vertical ? Contemplé depuis la rive droite, à hauteur du deuxième niveau, il donne l'impression de verser légèrement vers l'amont.

Pour vérifier cette impression, nos passionnés ont employé deux méthodes :

- Vérification de la verticalité des piles du deuxième niveau ;
- Appréciation directe de cette verticalité avec un fil à plomb.

**Verticalité des piles :** nos passionnés ont d'abord cherché à vérifier la verticalité actuelle des piles en postulant que les joints de lits de blocs en grand appareil les constituant étaient rigoureusement horizontaux lors de la construction.

Pour vérifier l'état actuel des piles, ils ont contrôlé l'horizontalité des joints de lits de blocs avec un niveau à eau. Le joint choisi appartient à la pile n°6, l'une des deux piles de l'arche majeure. Le joint choisi est situé à 1,7 mètres de hauteur, donc au-dessus de l'ancienne échancrure pratiquée dans le pilier.

Ce joint n'est plus horizontal. Pour une longueur de 2,50 mètres, il est plus bas de 5 centimètres à son extrémité amont qu'à son extrémité aval côté rive gauche et de 3,5 centimètres côté rive droite. En retenant une moyenne de 4 centimètres pour cette pile, on peut calculer que le déversement vers l'amont du haut de l'aqueduc est de l'ordre de 40 centimètres.

**Contrôle à l'aide du fil à plomb :** Jean-Pierre Gallos et ses équipiers ont cherché à corroborer leurs premiers calculs en employant une deuxième méthode de calcul du dévers du pont.

Son principe consistait à faire descendre, côté aval puis côté amont, un fil à plomb du haut du pont du Gard et de mesurer son écart avec deux cordelettes tendues au niveau intermédiaire entre les deux piles de l'arche majeure (piles 5 et 6), l'une côté aval, l'autre côté amont. Bien entendu, une telle expérience n'était concevable qu'en l'absence complète de vent. Le 22 septembre 2017, à une heure très matinale, les conditions étaient idéales.

Les deux piles de la grande arche sont les plus chargées. On peut donc valablement penser qu'à cet endroit le dévers est l'un des plus importants de tout le pont.



Pile 6 : le trait rouge marque l'horizontale, le jaune le joint de lit de blocs



Les mesures du 22 septembre 2017: à gauche, la mise en place de la perche et du fil à plomb depuis la conduite du 3ème niveau  
Au centre, mesure côté amont; à droite mesure côté aval.

**Compte tenu du dispositif installé, le fil à plomb aurait dû se trouver à 72 centimètres des cordelettes tendues au droit de l'alignement des piles 5 et 6 ; or, côté amont, il était à 32 centimètres et côté aval à 111 centimètres.**

Ces mesures ont donc fait apparaître un dévers en haut du pont de l'ordre de 40 centimètres vers l'amont. Une imprécision de 3 ou 4 centimètres semble raisonnable. Elles corroborent le calcul qui avait été fait à partir de l'indinaison du pilier 6.

Elles sont à rapprocher des observations faites en 1700 par l'abbé Dulaurans et l'architecte D'Aviler, chargés de la réparation du pont. Ils écrivaient : " ...les modernes ont sapé par deux échancrures consécutives chacune des sept piles des arches du second pont de la profondeur de près de cinq pieds en sorte que le massif de ces piles dont le plan est carré s'est trouvé réduit à moins des trois cinquièmes de sa solidité, ce qui a fait que les deux ponts supérieurs ayant donné au vide allaient périr par le déversement du côté d'amont lequel était déjà de treize pouces de surplomb.." (archives de l'Hérault).

13 pouces représentant 35 centimètres, les chiffres avancés en 1700 ne sont pas éloignés des 40 centimètres que nous

avons mesurés.

Comme il n'y a pas de différences notables entre les mesures des dévers côté aval ou amont du canal, on peut penser que le canal n'a pas été perturbé dans sa géométrie. On ne remarque d'ailleurs dans le canal ni fissure ni décrochement dans les surfaces. Le développement des concrétions a vraisemblablement contribué à la solidité du canal et au raidissement de l'ouvrage dans son ensemble.

En résumé, les mesures que nous avons menées avec des moyens élémentaires confirment:

1. **Que les deux niveaux supérieurs du pont ne sont pas rectilignes.** Ils forment deux tronçons se coupant sensiblement à l'aplomb du milieu du pont Pitot. L'angle entre les deux tronçons est d'un grade. Par rapport à la ligne droite, le pont marque un saillant vers l'amont que l'on peut estimer à 85 centimètres.
2. **Que les deux niveaux supérieurs du pont penchent vers l'amont.** Le sommet du pont se trouve donc avancé vers l'amont de 40 centimètres environ.
3. **Les deux déformations étant orientées vers l'amont, elles s'additionnent.** La déformation résultante est donc d'environ 1,25 m vers l'amont. C'est notre estimation de la "convexité" du pont qu'il serait intéressant de comparer avec les résultats obtenus avec des méthodes plus élaborées notamment les mesures de photogrammétrie SCAN réalisées pour le conservateur du pont.

Reste à comprendre comment s'expliquent ces déformations.

Nos conclusions

**1 - Par erreur sans doute, le deuxième étage n'a pas été construit droit.** Dans la version détaillée de cette étude, nous discutons et écartons les hypothèses souvent avancées pour expliquer la convexité du pont côté amont

- Recherche d'un « effet de voûte » ;
- Dilatation thermique ;
- Séisme ;
- Effet du vent

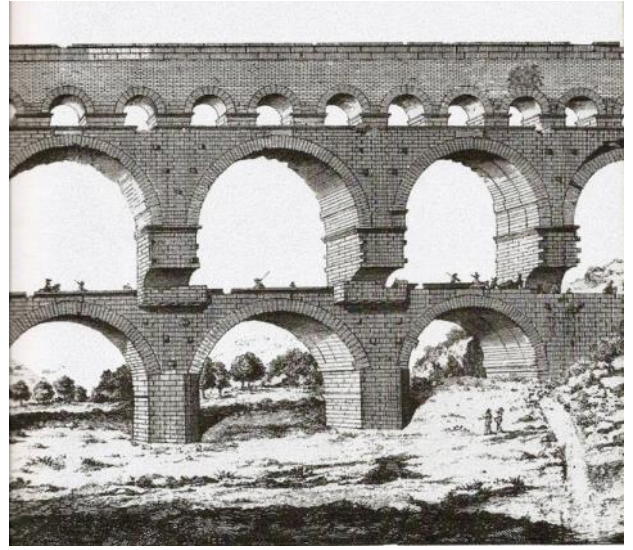
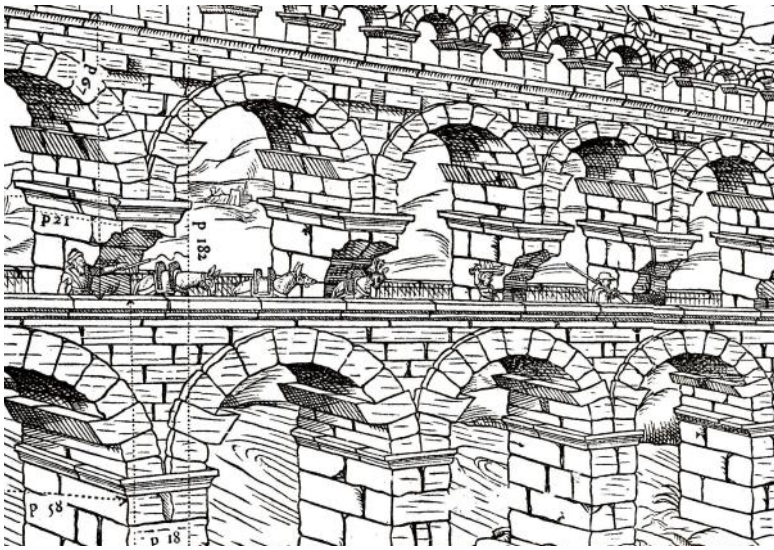
La seule explication possible à la configuration du second étage du pont, qui a entraîné celle du troisième étage, est que le pont a été construit comme cela. Comme aucune raison ne semble pouvoir justifier un tel choix, il faut supposer que l'implantation des piles du deuxième étage résulte d'une erreur et des mesures prises pour la rattraper. Si elles ont été construites à partir de la rive gauche, les premières piles du second niveau ont pu l'être avec un angle d'environ un demi-degré par rapport à l'axe du premier niveau (1/3 de degré si elles l'ont été à partir de la rive droite). Les autres piles ont été disposées pour corriger cette erreur.

Une telle erreur surprend mais d'autres exemples concernant des ouvrages romains montrent qu'elle n'est pas isolée. Celui du tunnel de l'aqueduc de Cherchell, en Algérie, dont les deux galeries se sont croisées au lieu de converger, rappelle que même les ingénieurs romains étaient faillibles.

## **2 Les échancrures sont responsables du déversement du pont du Gard**

Au Moyen-Âge, un passage pour les piétons et les marchandises fut aménagé au niveau intermédiaire du pont, côté amont. Une échancrure fut taillée dans l'épaisseur de chaque pilier du deuxième niveau, côté amont. Elle était profonde de 1,7 mètres au niveau du tablier du deuxième niveau et occupait 37% de la profondeur de chaque pile. On devine les méfaits potentiels sur l'équilibre et la solidité de l'ouvrage ! Cet aménagement téméraire a certes permis la circulation sur le pont pendant trois siècles, mais il a entraîné des désordres dans l'ouvrage. Il est directement responsable du déversement du pont vers l'amont.

A la suite d'une enquête ordonnée par Colbert, on s'inquiéta du risque que les échancrures faisaient courir au pont et peut être aussi de l'inconfort du passage. En 1696, les piles du deuxième niveau furent sommairement rempierrées. Le passage des mulets bâtés et des chariots n'étant plus possible, des plateformes en encorbellements dotées d'un garde-corps fu-



*A droite, la gravure de Poldo d'Albenas -première représentation connue du Pont du Gard- fait apparaître les échantrecures pratiquées dans les piliers du 2ème étage côté amont pour permettre le passage des attelages telles qu'elles se présentaient au milieu du 16ème siècle.*

*A gauche, la gravure montre clairement les échantrecures pratiquées sur les piles du 2ème niveau du pont côté amont après leur bouchement partiel (travaux ordonnés par Colbert), et les encorbellements construits pour maintenir le passage des attelages.*

rent construites au droit des piles. Elles prenaient appui sur les avant-becs du pont, dépouillés de leur chaperon.

Au milieu du XVIIIème siècle, les Etats du Languedoc confièrent à l'ingénieur Pitot la construction du pont routier. Les échantrecures furent à nouveau rafistolées. Cette situation provisoire dura plus d'un siècle !

De 1855 à 1859, l'ingénieur Laisné poursuivit et compléta les travaux indispensables à la survie du pont. Il supprima les échantrecures et fit démonter les encorbellements. Le pont fut à nouveau en sécurité, au moins pour ce qui touchait à l'état de ses piles.