

Cérémonie des JO : « Il a fallu adapter le spectacle à la réalité physique des objets », Jean Marc Weill

Alors que l'heure est déjà au démontage des installations de la cérémonie d'ouverture des Jeux olympiques de Paris, le cabinet de C&E Ingénierie livre au Moniteur son expérience sur les travaux menés pour permettre l'accueil des spectateurs sur les ouvrages existants et la mise en œuvre des installations scénographiques. Entretien avec son dirigeant, Jean-Marc Weill.



Jean-Marc Weill, le dirigeant du cabinet d'ingénierie C&E, était à la manœuvre avec ses équipes pour assurer les installations de la cérémonie d'ouverture des Jeux olympiques.

La cérémonie d'ouverture des Jeux olympiques s'est déroulée avec brio ce vendredi 26 juillet 2024. Vous étiez à la manœuvre sur de nombreux sujets d'ingénierie ...

En effet, pendant 16 mois nous avons participé au développement du projet du metteur en scène et directeur artistique Thomas Jolly au sein des équipes de Paname 24, chargée de la production exécutive de la cérémonie. Nous avons deux entrées sur ce projet hors norme. D'un côté, nous avons travaillé à la justification d'une partie des ouvrages existants pour nous assurer de leur solidité afin d'accueillir les spectateurs. De l'autre, nous devons mener des études sur des ouvrages pour qu'ils servent de support à ce spectacle vivant. Egis avait de son côté

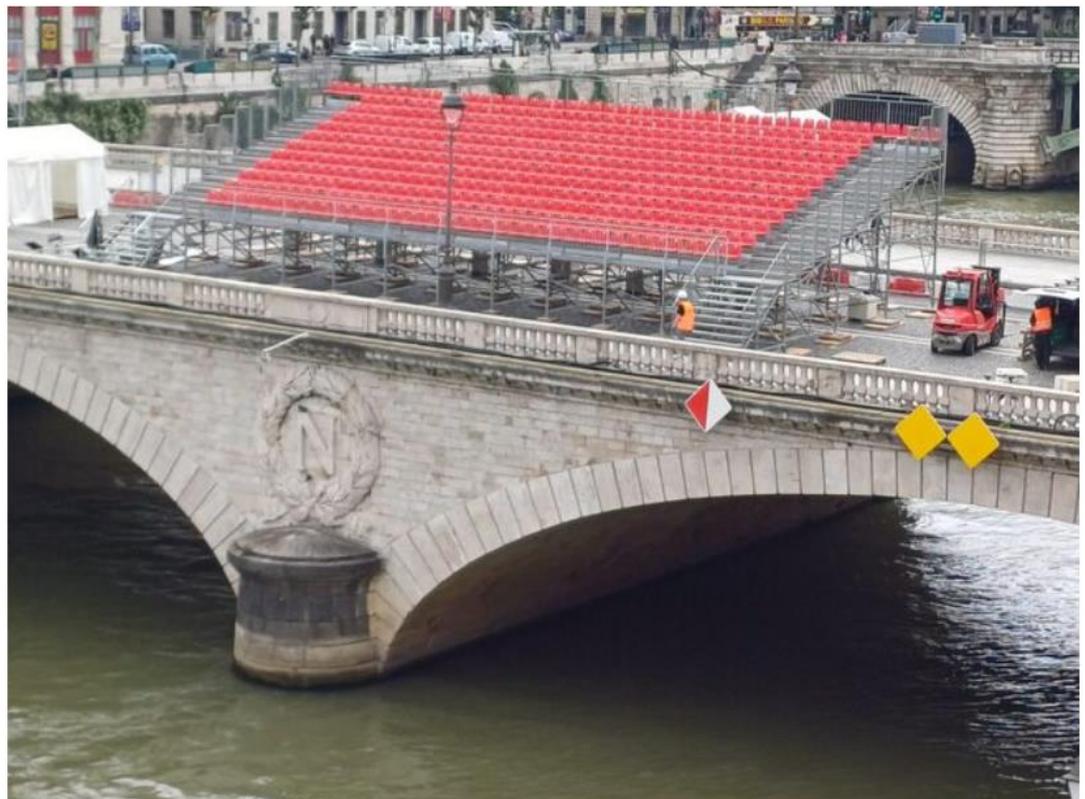


la maîtrise d'œuvre sur d'autres infrastructures. Pour autant, nous avons bâti notre note d'hypothèse initiale ensemble afin de partir avec les mêmes règles du jeu.

Quelle a été votre démarche pour justifier la stabilité des ouvrages ?

À chaque fois, nous avons réalisé des contre-calculs de nos propres calculs afin d'analyser la variation des résultats. Prenons l'exemple du pont au Change, un ouvrage en pierre du XIXe siècle sur lequel il a fallu installer les gradins, dans une géométrie répondant à ses capacités portantes. Afin de mener à bien nos analyses, nous avons dû redécouvrir l'épure de Mery (*du nom de l'ingénieur qui la développa au XIXe siècle, NDLR*) pour évaluer la stabilité de la voûte maçonnée. Nous avons également consulté une documentation technique historique de l'École Nationale des Ponts et chaussées (ENPC) et des archives de la ville de Paris qui nous ont permis de retrouver la nature des pierres et des joints de mortier. À partir de ces éléments, nous avons pu réaliser notre analyse aux éléments finis, que nous avons remis en question à partir du logiciel "voûte" écrit par le Setra en 1982.

Pour ce qui est du pont de la Tournelle construit au début du XXe siècle, nous avons bénéficié là encore d'un accès riche aux archives, dans lesquelles nous avons retrouvé des photos de chantier et des plans d'exécution. Fort de ces documents, nous avons réalisé un calcul à partir des règles sur le béton armé en vigueur à cette époque, que nous avons comparées avec un contre-calcul basé sur l'Eurocode 2 actuel, relatif au calcul des structures en béton.



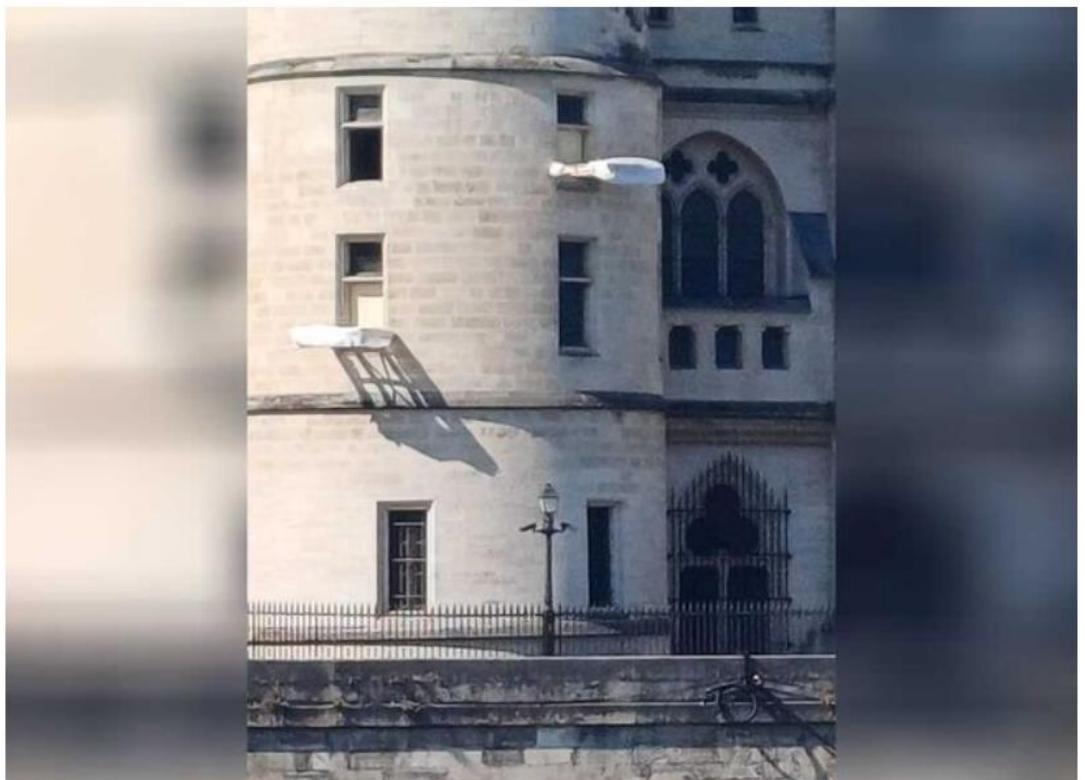
Montage des tribunes sur le pont au Change © Jean-Marc Weill

“ Pour installer le groupe Gojira sur les façades de la Conciergerie, nous avons positionné les plateformes en encorbellement en butée sur les plafonds intérieurs du bâtiment ”

Qu'en est-il des installations scénographiques ?

C'était autre chose. Il s'agissait de s'installer dans l'existant sans l'abimer, un peu comme si vous deviez installer une tente et ne laisser aucune trace de votre passage. Des études ont permis d'accrocher le décor indiquant le point de départ du cortège sur le parapet en pierre du pont d'Austerlitz sans l'abimer. Pour installer le groupe Gojira qui devait jouer depuis les façades de la Conciergerie, nous avons positionné les plateformes en encorbellement en butée sur les plafonds intérieurs du bâtiment. Nous avons aussi réfléchi aux surfaces d'empanchement au sol et à la diffusion de pression des ailes du symbole de la paix pour les rendre autostables et ne pas avoir à les ancrer dans le sol.

C'est un travail assez proche de ce que j'ai pu faire pour la réalisation des grandes roues de Patrick Bouchain, qui s'étaient mises en marche à minuit sur les champs Élysée pour fêter le passage à l'an 2000.



Installation des plateformes en encorbellement sur la façade de la Conciergerie © Jean-Marc Weill

Les investigations que vous avez menées ont-elles eu des conséquences sur les aménagements artistiques prévus ?

Les équipes de Paname 24 avec Thomas Jolly se sont montrées très souples et créatives pour adapter le show à la réalité physique des objets. L'exemple le plus concret est celui de la passerelle métallique de Debilly, sur laquelle a été mis en scène le banquet de Bacchus autour de la personne de Philippe Katerine. L'analyse dynamique a démontré très tôt qu'elle était trop souple transversalement pour supporter la scénographie et ses danseurs. Le show a été adapté en conséquence : certains danseurs ont dansé dessous plutôt que sur le pont. C'était un travail très collaboratif.

“ Les équipes de la production sont venues un matin avec 80 t de béton sur le quai du Gros

Caillou pour faire observer par le géomètre de l'opération durant 6 h les tassements verticaux

Lorsque nous avons travaillé sur le quai du Gros Caillou, sur la rive gauche de la Seine, la production nous a une nouvelle fois surpris. Pour nous assurer de la capacité de portance du quai, nous souhaitions en plus des calculs mener un essai de tassement sur le bord, sur une zone de 20 m. Ni une, ni deux, les équipes de Paname 24 sont venues un matin avec 80 t de béton pour faire observer par le géomètre de l'opération durant 6h les tassements verticaux. Grâce à ces essais, nous avons pu nous rapprocher au plus près du bord pour que les spectateurs aient la meilleure courbe de vue possible, c'est à dire à 2 m du bord alors que dans nos premières analyses nous partions sur une distance de 10 m.



Essai de tassement sur le quai du Gros Caillou © Jean-Marc Weill

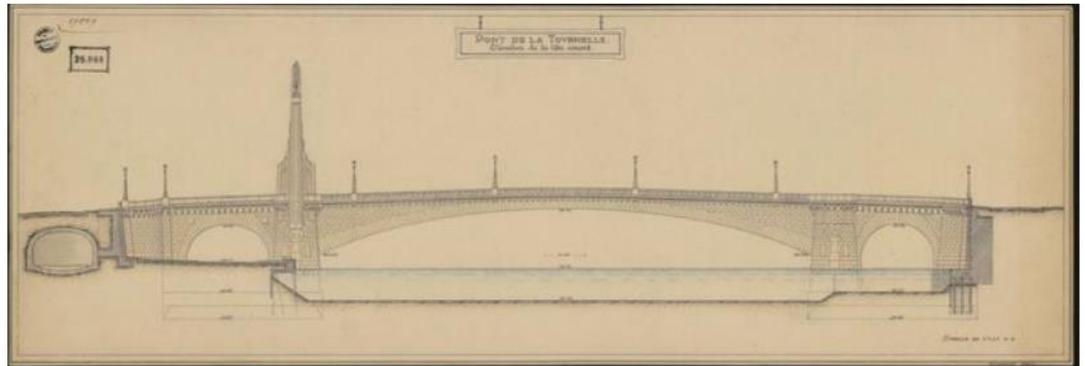
Les études ont-elles été menées en un temps record ?

C'est un temps court, certes, mais je pense qu'il s'agit d'un temps classique qui correspond au spectacle vivant. Avant même que nous démarrions les études, Paname 24 doit arbitrer sur des dizaines d'avant-projets qu'on leur propose. Rien que pour l'aménagement du pont d'Austerlitz, ils m'ont confié avoir étudié plusieurs dizaines de propositions avant d'en retenir 2 ou 3 soumises à l'analyse des ingénieurs. Ce qui était formidable, c'est que la production n'a jamais mis de pression négative. Nous travaillions, et en parallèle, ils avaient toujours un plan A, B ou C. C'est une véritable leçon de management qui nous a poussé à mener nos études jusqu'au bout.

Des difficultés se sont-elles présentées jusqu'au dernier moment ?

À quelques semaines de la cérémonie d'ouverture, le calcul à la clé du pont de la Tournelle était à reprendre. Dès les premières recherches, nous avons trouvé les notes de calcul de l'époque, les plans de ferrailage du béton armé, etc. Mais nous sentions qu'il fallait aller plus loin. En dernier recours nous avons alors sollicité l'ENPC en imaginant peut être l'existence d'un fonds documentaire complémentaire aux informations trouvées aux archives de la Ville de Paris. Guillaume Saquet, responsable adjoint du pôle patrimoine et archives de l'école, a fait pour nous en un temps record un bilan sur l'ensemble des documents disponibles (articles, plans, photos de chantier, ...).

Parmi eux, une photo indique que l'arc du pont de la Tournelle est en fait réalisé de deux demi-arcs en contact simple à la clé, c'est-à-dire en équilibre par les efforts de compression. C'est la méthode de décintrement retenue à l'époque qui a imposé ce choix que nous n'avions pas imaginé. Un échange avec Victor Davidovici de Dynamique Concept, un de nos référents dans le domaine du béton armé, s'est imposé pour avoir un avis tiers. Cet échange nous a permis de conclure positivement sur notre analyse.



Document d'archives du pont de la Tournelle © Collections de l'Ecole nationale des ponts et chaussées

Une autre incertitude restait pour la mise en place des tribunes aux extrémités du pont de la Tournelle : les petits arcs en plein cintre de part et d'autre de l'arc central étaient-ils en pierre ou en béton ? Trois semaines avant le jour J, Guillaume Saquet trouvait un leg de la petite fille de l'ingénieur du pont : des aquarelles constituant le dossier d'exécution des ouvrages. Une zone d'ombre se dissipait soudain. Cette trouvaille démontrait qu'il s'agissait bien d'arcs en béton armé formant culée. Nous avons pu autoriser l'aménagement des gradins sur cette partie du pont à une semaine du montage après avoir mené nos calculs de vérification.

Vous avez reçu le soutien de nombreux acteurs dans cette aventure. Comment se sont-ils manifestés ?

Tout à fait. Ce que j'ai apprécié dans ce travail, c'est la relation inclusive entre les différents acteurs du projet. Sur un tel sujet il n'est pas envisageable de travailler seul. Il faut échanger, croiser, critiquer. Une anecdote marquante concerne la passerelle des Arts, cet ouvrage reconstruit dans les années 1980, sur laquelle la chanteuse Aya Nakamura a fait le show au côté de la Garde républicaine. Nous devons nous assurer de l'absence de risque de mise en résonance, un phénomène qui apparaît lorsque la structure est soumise à une action périodique qui coïncide avec la fréquence propre de la structure. Si les choses fonctionnaient du point de vue analytique, nous avons demandé une vérification sur site de son comportement vibratoire, comme on le ferait pour un ouvrage neuf. Paname 24 a alors fait venir la garde républicaine en civil à 6h du matin. Ils ont répété leur déplacement qui correspondait à une fréquence propre de 1,6 Hertz (ou 1,6 pas par seconde), par rapport au seuil d'excitation de la passerelle qui était finalement assez éloigné, à 2,3 pas par seconde. La scénographie était donc validée.

**“ La date butoir
du spectacle
génère une
forme
d’entraide à
tous les
niveaux, des
monteurs de
tribunes
jusqu’aux
décideurs ”**

Nous avons aussi associé à notre travail d’autres personnalités, de façon à constituer une sorte de pôle de réflexion largement soutenu par les équipes de Paname 24. En plus de l’ENPC, nous pouvons citer Julien Tanant ingénieur au sein du cabinet d’ingénierie Setec qui a mis à ma disposition le logiciel "voute" édité par le Setra ; l’entreprise General Métal Édition et son dirigeant Julien Jussaume qui est venu lui-même, au débotté, nous aider à analyser la profondeur de remblais au-dessus des voutes du pont au Change ; le cabinet d’ingénierie Vertical Sea et plus particulièrement son directeur technique géotechnique Sébastien Romieux qui a réalisé une analyse remarquable des soutènements du quai du Gros Caillou rive gauche à partir d’informations partielles ; l’entreprise Infraneo qui a programmé en quelques jours une campagne d’investigations le long de ces mêmes quais pour comprendre l’ancrage des murs de soutènement le long de la Seine ; l’entreprise Guerb avec qui nous avons fait les tests de mise en résonance de la passerelle Debilly pour calibrer le spectacle artistique... Les bureaux de contrôle, en l’occurrence Veritas pour les infrastructures et ICE pour les installations scénographiques, ont eu aussi un rôle essentiel, car ils ont su questionner notre raisonnement. Il me semble aussi légitime de nommer notre assureur la MAF qui nous soutient dans notre travail sur le spectacle vivant. Sans l’assureur, il ne peut rien se passer. Il faut aussi souligner que la date butoir du spectacle génère une forme d’entraide à tous les niveaux, des monteurs de tribunes jusqu’aux décideurs.