



CABINET DE M. CHRISTOPHE COLLIGNON
MINISTRE DU LOGEMENT, DES POUVOIRS LOCAUX ET DE LA VILLE

**INTRODUCTION DE LA JOURNÉE DES OUVRAGES D'ART
ORGANISÉE PAR LE SPW MI**

NAMUR, LE 4 MAI 2022

Bonjour à toutes et à tous...

Et merci d'avoir répondu en nombre à cet appel de la forêt — sur les hauteurs namuroises — pour évoquer un sujet technique mais combien important.

François Bovesse disait...

Comment ne pas citer Bovesse à Namur lorsqu'on est un régionaliste comme moi ?

François Bovesse disait, en 1933 :

« Elles viennent du pays aimé, ces rivières ;
Elles sont entre elles et nous, un trait d'union ;
Elles ont porté au cours des siècles de là-bas à chez nous,
les barques, les hommes et les idées.
Elles sont les deux cordons verts qui nouent nos
destinées ».

Il parlait, bien sûr, de la Meuse et de la Sambre, venues du sud, pour s'unir au pied de la citadelle...

Et il parlait, en le nommant, du *pont de France*, dernier ouvrage enjambant la rivière, avant la confluence.

L'eau, c'est la vie ! et ses cours sont à la fois les premiers vecteurs d'échanges et les premiers facteurs de sédentarité.

Nos villes sont nées et se sont développées sur leurs rives, avec, immédiatement, *le besoin de les relier.*

Le développement des ponts suit donc, pas à pas, l'implantation humaine, au point d'aboutir parfois à un maillage particulièrement dense du territoire.

Mais il arrive, hélas, que ces rivières amies se muent en forces destructrices, semant alors le drame et la désolation.

Ce fut le cas dans une partie importante de la Wallonie, lors des terribles inondations de la mi-juillet...

Inondations qui ont causé la mort de 39 personnes et affecté la vie de milliers de familles.

Cette journée, que méritaient les ponts et ouvrages d'art, se tient donc dans un contexte douloureux...

Dans le prolongement d'un phénomène dramatique dont nous avons entrepris de tirer les enseignements...

Pour anticiper le plus possible mais aussi faire face au risque d'inondation, en ces temps de bouleversements climatiques.

C'est, bien sûr, dans cet esprit que nous avons accueilli les recommandations présentées ce 24 mars par la commission

d'enquête parlementaire chargée d'examiner les causes et d'évaluer la gestion des inondations de juillet 2021.

Cette introduction me donne d'ailleurs l'occasion souligner celles qui concernent plus spécifiquement les pouvoirs locaux :

- *Former davantage d'agents publics à la planification d'urgence et à la gestion de crise ;*
- *Créer une culture du risque au sein des services publics, en coordination avec les différentes autorités chargées du secours ;*
- *Élaborer, en bonne intelligence avec les communes, des cartes d'évacuation et de mise à l'abri des personnes ;*
- *Permettre la mutualisation des moyens en planification d'urgence à un niveau pluricommunal ; de même pour des partages d'expériences et de bonnes pratiques ;*
- *Organiser la formation, à rythme régulier, de l'ensemble des membres des collèges communaux à la planification d'urgence et à la gestion de crise, et rendre obligatoire cette formation pour les bourgmestres ; et de même pour les directeurs généraux des communes et provinces ;*
- **et améliorer la gestion et la protection des chantiers significatifs relatifs notamment aux ouvrages d'art sur les cours d'eau.**

Cette journée, par ses thèmes et les réflexions que vous allez mener, est déjà une réponse à certaines de ces recommandations.

Je salue donc cette nouvelle initiative du SPW Mobilité et infrastructures, qui a déjà apporté une aide, précieuse et appréciée, aux communes sinistrées, dès le lendemain du drame... et aujourd'hui encore.

Des formations sont d'ores et déjà en préparation, en collaboration avec l'Union des villes et communes de Wallonie, pour mieux outiller les communes à la gestion de crise.

Et, par ailleurs, je suis sincèrement convaincu que la dynamique supracommunale — qui a émané du terrain et que je soutiens dans un cadre régional — permettra, elle aussi, de répondre aux recommandations du Parlement.

S'agissant plus particulièrement des ouvrages d'art communaux, avec le SPW MI, nous avons examiné les questions qui se posaient dès 2020, *in tempore non suspecto*, donc.

Et ce n'est pas une mince affaire lorsqu'on sait que certaines estimations font état de quelque 10 000 ponts communaux en Wallonie.

Pour aider les communes dans la gestion de ce patrimoine, le SPW MI avait mis à leur disposition une base de données, leur

permettant de répertorier les ouvrages relevant de leur gestion et d'indiquer leur état.

Constatons-le, cet outil — appelé « *BDOA communes* » (pour *base de données des ouvrages d'art des communes*) — a été peu alimenté par les entités concernées, pour de multiples raisons.

Avec pour conséquence que ni les communes ni la Région ne dispose d'un inventaire précis de ce patrimoine.

Un tel cadastre est pourtant nécessaire pour établir des priorités pertinentes et programmer les interventions.

Les inondations ont — malheureusement ! — remis ce sujet à l'avant-plan de l'actualité ; confortant, chez nous, la volonté d'agir... est de le faire sans délai.

C'est pourquoi j'ai dégagé des moyens en ce sens, dès l'automne 2021.

Un million d'euros ont ainsi été réservés au budget 2022, pour aider les communes à réaliser un cadastre complet de leurs ouvrages d'art ; un cadastre qui reprendra les données caractéristiques de chaque ouvrage, ainsi que son état, établi suivant les critères de cotation du SPW MI.

Ce cadastre pourra être réalisé via un marché de services lancé par le SPW, qui permettra de faire appel à des bureaux d'études spécialisés pour ce type de rapports.

De cette manière, nous pourrons disposer d'un cadastre complet à l'échelle de toutes les communes wallonnes.

Et sur la base de celui-ci, nous pourrons voir comment développer des politiques capables d'aider efficacement les communes dans la gestion de ce patrimoine particulier.

C'est un projet ambitieux mais nécessaire, dans lequel je crois profondément...

Et pour le succès duquel le SPW MI apportera tout son dynamisme et toute son expertise.

Cette journée augure donc de nouvelles avancées tangibles dans la prise en charge de ces problèmes...

Des avancées qui se nourriront, sans nul doute, de vos expériences de spécialistes et de praticiens.

Je vous remercie donc à nouveau pour votre présence et vous souhaite de bons et fructueux échanges.



INONDATIONS PARTIE 1 : INTRODUCTION ET GESTION DE L'URGENCE

TOUSSAINT PATRICE

Directeur f.f.

Direction de l'Expertise des Ouvrages

Rue Côte d'Or, 253 à 4000 Liège

Tél. : +32.475.75.48.41

Email : patrice.toussaint@spw.wallonie.be



A) Les ponts

Lorsque, le 14 juillet au soir, je reçois un coup de téléphone de Philippe Elsen, Directeur des Routes de Verviers, je suis loin d'imaginer l'ampleur de la catastrophe que nous allons découvrir mon équipe et moi les jours qui vont suivre.

Philippe me dit que le débit de la Vesdre est très important et que la rivière risque de sortir de son lit. Il me demande d'être prêt à intervenir dès le lendemain et de prévoir une inspection à Eupen, commune la première impactée puisque située en amont du bassin versant sur lequel se déversent des pluies diluviennes.

C'est sur place que je commence seulement à comprendre la gravité de la situation. La ville a été évacuée préventivement heureusement. Le niveau de l'eau est déjà en train de baisser et les rues toujours partiellement inondées sont jonchées de déchets charriés par la rivière. On m'attend au « Nouveau pont d'Eupen », ouvrage d'une seule travée avec poutres en béton précontraint.



Pendant la nuit, l'eau a submergé le pont et les déchets de branches, des troncs se sont accumulés sur la face supérieure du tablier. Le niveau d'eau est redescendu et frôle la semelle inférieure des poutres. Madame la bourgmestre, l'échevin des travaux, les pompiers et les membres du personnel communal nous attendent avec impatience. Le pont, principale voie de connexion de la ville, est coupé en attente d'un avis de stabilité. Des ambulances et des engins de chantier sont de l'autre côté et attendent pour passer. Visuellement, en face supérieure les dégâts sont légers ; les poutres de rives ne sont pas fissurées et la partie visible des culées est intacte. Est-ce suffisant pour permettre de rouvrir ? En théorie non, il faudrait se rassurer sur l'absence d'affouillements et de dégradations en face inférieure. Mais une décision doit être prise de suite : on ouvre au plus vite après avoir déblayé !

Le responsable des travaux de la ville me demande d'aller examiner les ponts gérés par la commune. Les photos qui suivent nous montrent quelques exemples des dégâts constatés : des passerelles sont détruites et de nombreux ouvrages sont lourdement impactés.

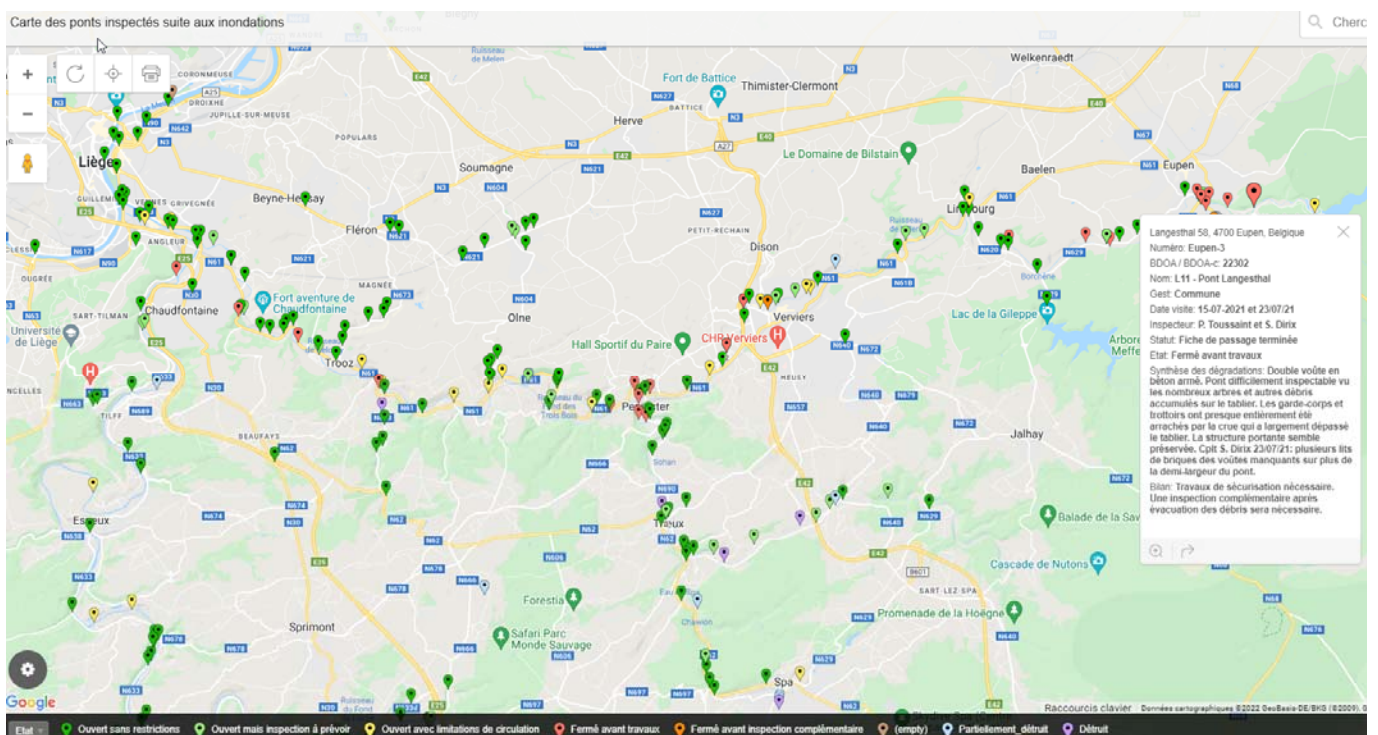


Cette première journée ne présage pas encore de l'ampleur de la catastrophe. Le lendemain, nos équipes sont appelées en urgence à Trooz, à Pepinster, à Verviers, ... Les conditions d'accès sont compliquées et le travail pénible. Des dizaines d'ouvrages sont sinistrés et la circulation est coupée en de nombreux endroits.



On se rend compte de l'ampleur de la tâche : tous les ponts et passerelles potentiellement impactés par les inondations vont devoir être inspectés dans les plus brefs délais. Il faut donc rapidement organiser le travail.

www.wallonie.be
N° vert : 1718 (informations générales)



- Cartographie partagée des ponts inspectés -

A la Direction de l'Expertise des Ouvrages, des ingénieurs référents sont désignés pour les communes les plus sinistrées afin de coordonner les inspections. Un fichier excel partagé entre tous les intervenants est créé, il reprend (une ligne par pont) toutes les informations utiles (gestionnaire, coordonnées GPS, bilan des dégradations, mesures à prendre, état de service, ...). Un modèle de fiche de passage est élaboré et utilisé pour chaque pont touché. Une cartographie est mise à jour quotidiennement et partagée avec chaque intervenant du SPW MI mais aussi des centres de crise, de la protection civile, ...

La coordination fonctionne très bien avec les inspecteurs des Directions Territoriales des Routes et des Voies Hydrauliques et très rapidement ce sont environ 500 ponts régionaux ou communaux qui font l'objet d'une première visite et d'un premier diagnostic. Après deux semaines, les conditions de débit et de turbidité de l'eau permettent à l'équipe de plongeurs de se mettre en action. Les rapports qui nous parviennent presque quotidiennement nous montrent de nombreuses piles et culées affouillées et certains ouvrages qui nous semblaient jusque-là préservés exigent maintenant un suivi régulier et une étude de réhabilitation. D'autres ponts sont maintenus en service, malgré les dégâts visuels importants. C'est par exemple le cas sur l'Ourthe à Liège pour le pont du Square Gramme (pont régional) et pour le pont de Lhonneux à Chênée sur la Vesdre (pont communal).



- Inspection de la culée en rive droite du pont du Square Gramme à Liège -



- Important affouillement au droit de la culée en rive droit du pont de Lhonneux à Chênée -

Après la gestion de l'urgence, le travail de reconstruction peut maintenant commencer.



BARLET STEPHANE

Attaché

Direction des Voies hydrauliques de Liège

Rue Forgeur, 2 à 4000 Liège

Tél. : 04/220 87 11

Email : stephane.barlet@spw.wallonie.be

B) Les ouvrages hydrauliques

Le 13 juillet, la direction de la gestion hydrologique avertit de fortes précipitations essentiellement sur le bassin de la Meuse. Elle demande une vigilance extrême des équipes. Tous les barrages sont progressivement ouverts sur l'Ourthe et sur la Meuse. Le barrage de Monsin sur la Meuse est en travaux et ne possède pas sa pleine capacité. Des batardeaux sont retirés au droit du barrage. De manière inédite face à cette crue exceptionnelle, l'écluse de Monsin et les deux plus grandes écluses de Lanaye sont utilisées comme by-pass entre le canal Albert et la Meuse. Le déversoir de crue entre le canal Albert et la Meuse est sollicité de manière extrême. Les rehausses anti-crues sur l'Ourthe sont installées mais sont très rapidement submergées. Les chantiers des barrages et écluses sont noyés. Durant l'événement, des murs et des berges s'effondrent le long de l'Ourthe. Des berges, des soubassements de culées et piles de ponts s'érodent. Des quantités importantes de sédiments s'échouent dans la Dérivation à la confluence de l'Ourthe et de la Meuse et d'autres se déplacent dans l'Ourthe.



Liège - Fétinne

Deux bateaux sombrent durant la décrue rapide.

Des interventions urgentes sont organisées sur le canal de Monsin pour rétablir la navigation vers le port pétrolier le 4 août 2021.



Canal de Monsin

D'autres interventions urgentes seront réalisées dont la stabilisation de la berge de rive droite de la Meuse supportant la E25 au moyen d'enrochements, le balisage d'une passe navigable au centre de Liège, la récolte des déchets flottants sur le Canal Albert, la stabilisation du mur de berge du quai des Venues à Angleur sur l'Ourthe, le dragage de la partie aval de l'Ourthe et la stabilisation provisoire des berges et des culées des ponts de Fétille et du Square Gramme sur l'Ourthe, la récupération des épaves. La station de pompage d'Esneux, noyée, a été réparée en urgence. Les opérateurs ont été confrontés à la difficulté d'approvisionnement de certains équipements électriques et électroniques dans le contexte global de reprise économique suite à la crise sanitaire. Des solutions provisoires ont dû être mises en œuvre dans l'intervalle.

D'autres interventions de récolte des déchets et d'embacles, de sécurisation par stabilisation des berges de l'Ourthe, de reconstruction de murs effondrés, de curage ont été menées au fil des semaines dans l'urgence en raison de l'approche de l'hiver. C'est durant cette période que les débits sont statistiquement les plus importants.

L'énergie déployée par tous les services concernés et la collaboration étroite sont soulignées notamment avec les directions de la Gestion hydrologique intégrée, d'Appui à la Maintenance des Voies hydrauliques, des Recherches hydrauliques, des Routes de Liège, des Etudes des Ouvrages hydrauliques, de l'Expertise des ouvrages, des Etudes des ponts, de la Géomatique, de la Cellule plongeurs, du Support juridique, mais également de l'Inspection des Finances, de la porte-parole du SPW MI et de la Défense nationale.

PARTIE 2 : ÉVALUATION, RECONSTRUCTION ET REHABILITATION DES PONTS

Photo	<p>TAQUET FRANÇOISE Directrice, Ingénieur civil Direction des Etudes de Ponts rue Côte d'Or, 253 à 4000 LIEGE Tél. : 04/231.63.15 Email : francoise.taquet@spw.wallonie.be</p>
-------	---

<p>LEVO PATRICK Attaché qualifié Direction des Routes de Verviers rue Xhavée, 62 à 4800 VERVIERS Tél. : 087/32.31.31 Email : patrick.levo@spw.wallonie.be</p>	Photo
--	-------

www.wallonie.be
N° vert : 1718 (informations générales)

Photo	<p>KRATOCHWILL LAJOS Attaché qualifié Direction des Routes de Liège avenue Blondin 12-14 à 4000 LIEGE Tél. : 04/229.75.10 Email : lajos.kratochwill@spw.wallonie.be</p>
-------	--

Résumé :

Suite aux inondations de juillet 2021, un grand nombre d'ouvrages (ponts, murs de berge) ont subi des dégradations telles que des actions ont dû être rapidement menées pour les sécuriser. Les exposés illustreront les démarches menées tant par le département de l'Expertise des Structures que les directions territoriales de Verviers et de Liège avec un focus sur les ouvrages suivants : Pont de Louheau et Pont de Prayon.

LES INONDATIONS POUR LA CELLULE PLONGEURS :

DES PREMIERS JOURS AUX MOIS QUI ONT SUIVI



PUISSANT BENOIT

Premier Attaché

Direction des Etudes d'Ouvrages hydrauliques

Cellule Plongeurs

Rivage de Meuse, 81 à 5100 JAMBES

Tél. : 081 33 17 90

Email : benoit.puissant@spw.wallonie.be

Résumé :

A la mi-juillet 2021, des intempéries d'une ampleur exceptionnelle ont frappé la Belgique. Des inondations sans précédent ont eu lieu avec un bilan humain lourd.

Durant cette période, la navigation a été interrompue sur les voies d'eau concernées et les ouvrages d'art fermés. Cependant, comme le constat fut dressé très rapidement, les dégâts les plus importants ont eu lieu sur des voies d'eau non-navigables comme la Vesdre, l'Ourthe ou la Lesse.

La Cellule Plongeurs du SPW – Mobilité et Infrastructure a été fortement mobilisée pour inspecter des ouvrages d'art hydrauliques (écluses, berges, quais, ...) mais aussi des piles et culées de pont.

Cette intervention a pour but de présenter la manière dont la Cellule Plongeurs est intervenue dans le cadre de ces inspections.

Avant la fin des crues, à partir du vendredi 16 juillet 2021, un service de garde a été mis en place et toutes les Directions territoriales des Voies hydrauliques ont été prévenues. Afin de pouvoir répondre à l'ampleur du travail attendu, du personnel en congé a été rappelé.

Du samedi 17 juillet 2021 au vendredi 30 juillet 2021, 35 missions d'inspection ont été réalisées en 14 jours de manière ininterrompue, les équipes travaillant en moyenne plus de 12 h par jour. Dans un premier temps, seules des écluses, principalement sur la Haute Meuse, ont été inspectées. Ces inspections ont permis de se rendre compte que, si certaines écluses ont été submergées, elles ont très bien résisté à la situation. Seuls quelques problèmes au niveau électromécanique ont été constatés.

A partir du 23 juillet, le temps de mettre en place un système de centralisation des demandes et des besoins par la Direction de l'Expertise des Ouvrages, les ponts et éléments linéaires ont commencé à être inspectés dans la région de Liège et d'Eupen.

Durant le mois d'août, le rythme d'inspections a baissé, celles-ci n'ayant plus lieu les weekends et jours fériés. Les demandes d'inspections sont coordonnées et priorisées par la Direction des Etudes de Ponts qui nous transmet, avec un préavis très court au vu du besoin, les zones sur lesquelles nous devons nous rendre.

À partir du mois de septembre, l'urgence liée à la situation n'a plus lieu d'être. Néanmoins, le champ d'inspection continue d'évoluer. En effet, de nombreuses communes demandent l'assistance du SPW pour réaliser les inspections de leurs ouvrages d'art.

Entre juillet 2021 et décembre 2021, plus de 100 inspections directement liées aux inondations ont été réalisées (écluses, perré, quai, pont, ...) en plongée mais également sur cordes (pose d'instrument de mesure, ...).

Depuis le début de l'année 2022, 50 missions du même ordre ont été réalisées.

Il s'agit là d'une période difficile à de nombreux niveaux mais elle a permis de mettre en avant le fait que des entités issues de Directions et Départements complètement différents peuvent se coordonner et réaliser un travail réellement efficace au service du public.

EVALUATION, RECONSTRUCTION ET REHABILITATION DES BERGES ET OUVRAGES HYDRAULIQUES



CHAIDRON MURIEL

Attachée qualifiée - Fonctionnaire dirigeant

Direction des Voies hydrauliques de Liège

Rue Forgeur, 2 à 4000 LIEGE

Tél. : +32 4 220 87 19

Email : muriel.chaidron@spw.wallonie.be

BONIVERS MICHAEL

Directeur de projets au sein de la cellule Génie Civil

Bureau d'étude Greisch

Allée des Noisetiers 25, 4031 LIEGE

Tél. : +32 4 366 87 54


Email : mbonivers@greisch.com



Résumé :

Dès la première phase de recensement de la situation sur l'Ourthe, les dégâts visibles après les inondations laissaient à penser que les causes devaient résulter d'autres problèmes non encore constatés, situés sous le niveau de flottaison. Des moyens techniques et humains ont dès lors été mis en œuvre en vue d'investiguer le lit du cours d'eau. L'analyse des résultats a permis de déterminer l'ampleur de l'érosion des fonds induite par la crue. Les risques ont été évalués pour les différentes zones du linéaire de la rivière et un ordre de priorité d'interventions établi. Des premières études menées sur les cas prioritaires ont conduit à la préparation et à l'exécution de marchés de travaux de stabilisation urgents. La définition et la mise en œuvre des interventions se sont adaptées aux contraintes temporelles et de disponibilité des moyens en vue de sécuriser les berges pour l'hiver tout en permettant les reconstructions définitives ultérieures.

LA GESTION DES PONTS COMMUNAUX AVANT ET APRES LES INONDATIONS : VUE DU SPW-MI



FLAWINNE SEBASTIEN

Attaché

Direction de l'Expertise des Ouvrages

Rue Côte d'Or, 253 – 4000 LIEGE

Tél. : + 32.498.25.35.09

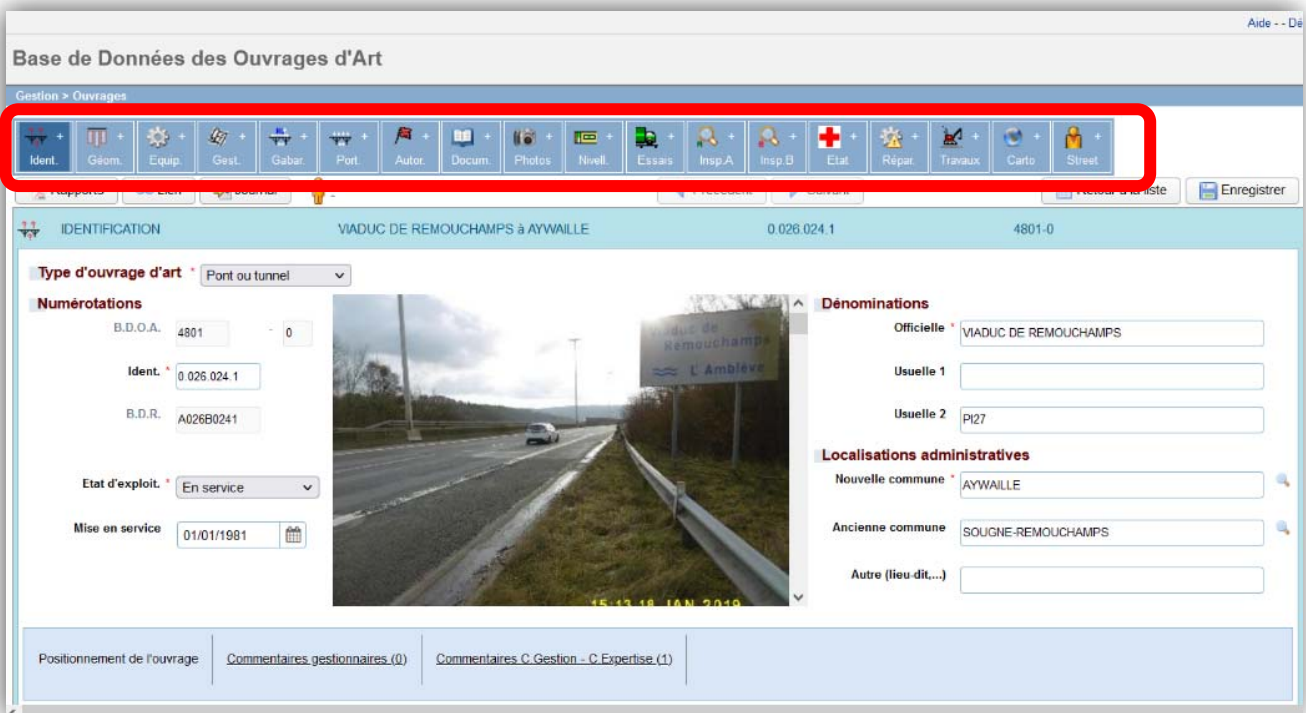
Email : sebastien.flawinne@spw.wallonie.be

Résumé :

Les communes n'ont pas les mêmes moyens techniques et financiers que le SPW pour s'occuper de leurs ponts.

Les services gestionnaires de la Région Wallonne sont soumis au Règlement des Ouvrages d'art qui donne un cadre précis à toute cette organisation et prévoit par exemple des inspections périodiques de chaque pont tous les 3 ou 6 ans par des inspecteurs de ponts formés ; celles-ci sont analysées par des ingénieurs spécialisés qui priorisent ensuite les travaux à prévoir sur le budget spécifique alloué à la réhabilitation de ponts. Toutes les informations sont encodées et partagées dans la base de données « BDOA » qui coordonne la gestion des quelques 6.000 ponts du SPW MI.

www.wallonie.be
N° vert : 1718 (informations générales)



Page d'accueil type d'un ouvrage dans la BDOA : ici, le viaduc de Remouchamps
Les icônes dans le ruban rouge donnent accès aux diverses informations sur l'ouvrage

Les gestionnaires communaux sont, par contre, souvent plus démunis pour la mise en place d'une gestion d'un parc de ponts.

Il n'est ainsi pas rare qu'une commune ne possède pas même un inventaire complet de ses ouvrages. Et souvent aucun document (plan, note de calculs, ...) n'est disponible. La grande majorité des communes déclare ne pas inspecter ses ponts. Les très faibles montants consacrés à la réhabilitation des ponts sur le P.I.C. témoignent du fait que ces ouvrages vieillissent souvent sans entretien ni réhabilitation.



Exemples de défauts répertoriés sur des ouvrages communaux

Les conséquences sont inquiétantes, tant au niveau de la sécurité des ouvrages les plus dégradés qu'en termes de budgets qu'il faudra prévoir pour traiter cela dans le futur. Quand la situation devient problématique, la Direction de l'Expertise des Ouvrages est parfois appelée à l'aide, souvent pour conclure que ces structures nécessitent d'importants travaux de réhabilitation, ou même d'être remplacés. Il faut savoir que les ouvrages les plus dangereux sont ceux qui ne sont pas inspectés. Déjà des catastrophes ont été évitées de justesse comme lors de l'effondrement du pont de Trooz en 2011, et d'autres arriveront inévitablement si rien n'est mis en place pour traiter le problème.



Effondrement du pont de Trooz en 2011

Cette problématique a été encore plus mise en lumière suite aux inondations de juillet 2021. Les agents communaux ont dû faire face à bien d'autres priorités que celle d'inspecter leurs ponts et c'est en toute logique que le SPW MI a partagé ses ressources en personnel pour l'inspection des ouvrages communaux potentiellement impactés.

Dans les semaines qui ont suivi, des inspecteurs de ponts, des plongeurs, des ingénieurs d'expertise ou de stabilité ont rendu des avis et des conseils pour les mesures d'urgence à prévoir et pour les principes de réhabilitation nécessaires.



En première phase, toutes les situations urgentes ont été traitées

Dans une 2e phase, les services techniques du SPW ont échangé en continu avec les différentes communes impactées. Ces discussions ont abouti à s'intéresser à de nombreux ouvrages qui n'avaient pu être inspectés complètement lors de la première phase (ni même inspectés tout court dans certains cas, faute de l'existence d'un inventaire des ponts notamment).

De nombreux nouveaux défauts et dégradations ont ainsi été découverts lors de cette 2e phase, qui a montré toute l'étendue des besoins pour les ponts communaux.



Exemples de défauts observés en deuxième phase

Lors de ces échanges, les demandes des communes furent cette fois aussi nombreuses : une expertise complète, un avis de stabilité, un examen des principes de réparations et souvent un estimatif des prix de travaux en vue de compléter le dossier d'indemnisation par le fond des calamités.

Toutefois, le SPW ne dispose pas du personnel suffisant pour les nombreuses études de stabilité à réaliser ni pour la rédaction des cahiers des charges de travaux de réhabilitation de tous les ponts le nécessitant.

Quelques communes ont pris l'initiative de contacter des bureaux d'études et des dossiers ont pu avancer correctement. Pour de nombreuses autres, par contre, il est triste de constater que, faute de moyens, le gros du travail reste encore à faire et que des années seront nécessaires pour réhabiliter les infrastructures.

Cette situation a révélé l'importance et la nécessité absolue d'une aide extérieure aux communes pour pouvoir gérer l'ensemble des dégâts résultant des inondations. Le Fond des Calamités sera crucial dans cette optique mais l'assistance à apporter aux communes par rapport à leur gestion d'ouvrages est une démarche qui doit être étendue et systématisée pour les années à venir.

Une bonne nouvelle cependant : un budget de 2 000 000 d'euros a été dédié à la réalisation d'un inventaire complet des ouvrages communaux. Un premier diagnostic sera systématiquement réalisé et les ponts jugés les plus à risque feront l'objet d'une expertise complémentaire.

Ce travail sera confié à des bureaux d'études spécialisés, il sera financé par le Ministre du Logement, des Pouvoirs locaux et de la Ville. La « BDOA Communes », clone de la BDOA, sera l'outil informatique commun où toutes les informations seront rassemblées. Cet inventaire sera l'indispensable premier pas de ce qui doit être mis en place pour les ponts communaux. Il permettra de cibler et quantifier les besoins et les priorités et, espérons-le, d'ensuite y affecter les moyens nécessaires.

BDOA communes avec fiche de passage pour un ouvrage de la commune d'Eupen

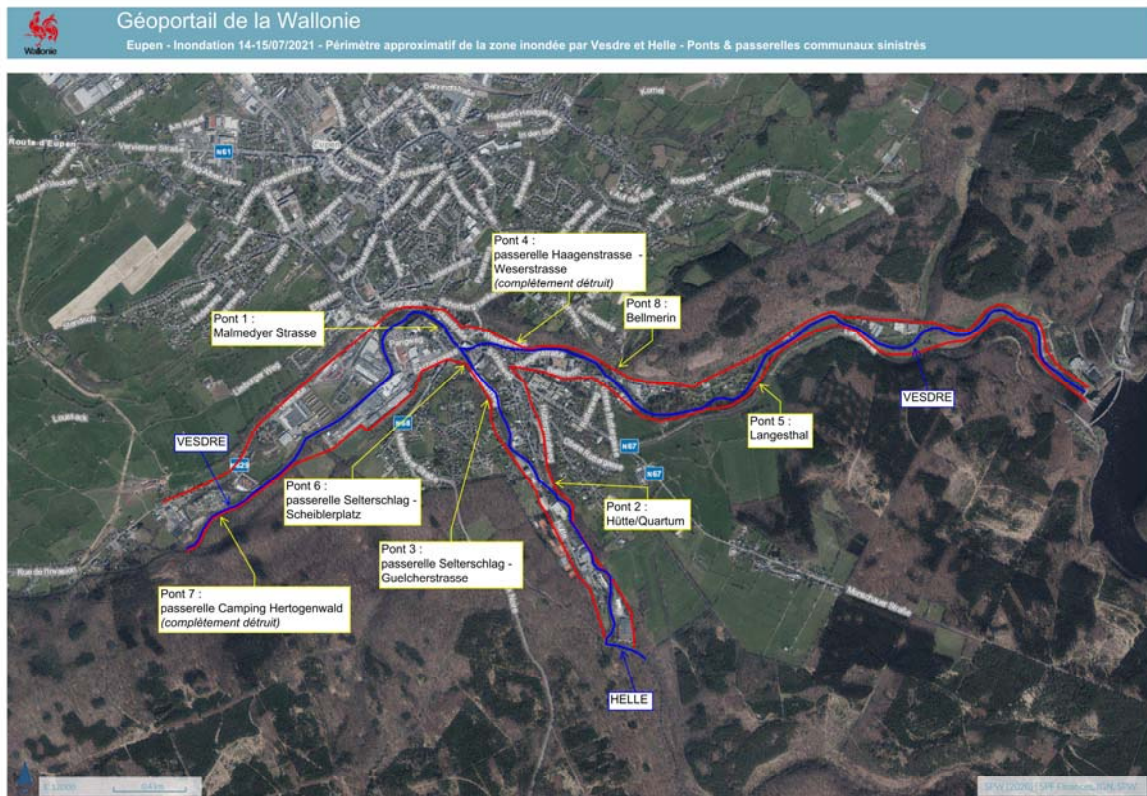
LES PONTS COMMUNAUX : COMMENT RECONSTRUIRE ? QUELLES SONT LES AIDES TECHNIQUES ET FINANCIERES DISPONIBLES ?

	<p>SCHOLL MICHAEL</p> <p>Echevin en charge des travaux, de la mobilité et des entreprises Ville d'Eupen</p> <p>Am Stadthaus, 1à 4700 Eupen</p> <p>Tél.: 0477 40 14 64</p> <p>Email : michael.scholl@eupen.be</p>
---	---

Dans la période du 14 au 15 juillet 2021, Eupen et sa région ont connu des inondations sans précédent. Dans la ville basse d'Eupen en particulier, d'énormes masses d'eau provenant des bassins versants de la Vesdre et de la Helle/Soor se sont réunies, développant une grande force destructrice et causant d'énormes dégâts matériels, notamment aux ponts et passerelles communaux. A part cela, les inondations ont généré de la souffrance humaine jamais connue.

La carte ci-dessous montre en rouge le périmètre approximatif de la zone inondée dans la ville basse ainsi que l'emplacement des ponts et passerelles communaux sinistrés.

www.wallonie.be
N° vert : 1718 (Informations générales)



Résumé et structure de la présentation (durée 10 minutes)

Les faits – qu'est ce qui s'est passé

- La montée d'eau et les débordements cours d'eau Vesdre et Helle : deux cas de figures différents :
 - La Vesdre : eaux quasi non-chargées.
 - La Helle : eaux chargées de boues, de cailloux et de matériaux flottants.

Les constats – *the day after*

- Deux ponts régionaux touchés (N68-Route de Malmedy et N67-Schilsweg).
- Huit ponts et passerelles communaux sinistrés.

Les actions immédiates – rétablir la circulation et l'accessibilité

- Les expertises et le soutien du SPW.
- Les actions de la Ville d'Eupen.

Les actions planifiées – réhabilitation

- Les expertises et le soutien du SPW.
- Les actions de la Ville d'Eupen.

Le futur proche – la réhabilitation et la reconstruction de sept ponts et passerelles communaux

- Le lancement d'une procédure de passation de marchés de services.
- La désignation d'un bureau d'étude / auteur de projet.
- L'élaboration de concepts de réhabilitation et de reconstruction ainsi que d'avant-projets.

Le futur moyen – la gestion des ouvrages communaux par le biais de la BDOA - Communes

- Création, par le SPW, d'un accès à la Banque de Données des Ouvrages d'Art-Communes
- Encodage de certains ouvrages d'art inspectés dans le cadre des inondations par le SPW
- Recensement de tous les ouvrages d'art communaux (ponts, passerelles, pertuis, tuyaux, ...) par la Ville d'Eupen et encodage par le SPW
- Etablissement d'un plan d'inspection et de gestion des ouvrages d'art communaux

IMMERSION « 3D » POUR LA FORMATION DES INSPECTEURS DE PONTS



BERNARD TANGUY

Etudiant HEPL

Ingénieur industriel orientation construction

Rue Thier May, 18, 4910 Theux

Tél. : 0475/70.53.14

Email : tangoberno@hotmail.com

Résumé :

Les inspecteurs de ponts représentent le premier maillon, et donc probablement le volet le plus indispensable de la politique de gestion des ouvrages d'art. Leur savoir-faire permet la réalisation rapide et efficace des inspections visuelles périodiques des quelques 6000 ouvrages d'art du SPW MI. Il est donc ainsi, primordial de les former de la meilleure des façons possibles.

A l'heure actuelle, le cycle de formation qui est proposé aux inspecteurs de ponts, prévoit entre autres la réalisation d'inspections sur le terrain en groupe avec un formateur, celles-ci présentant divers inconvénients en termes de sécurité, de déplacements et d'inconfort. Il est en effet beaucoup plus compliqué d'apprendre des choses à un groupe qu'à une seule personne.

L'idée de ce projet, que nous avons appelé « **L'immersion « 3D » pour la formation des inspecteurs de ponts** », est de remplacer ces inspections sur le terrain par des inspections réalisées sur des modèles 3D immersifs, réalisés à l'aide de photos 360, assemblées à l'aide d'un programme spécifique appelé « 3D Vista », permettant aux différents apprenants de se former sur leur PC.

Comme on peut le voir sur la *figure 1* ci-dessous, l'apprenant sera donc plongé dans une immersion de faux 3D d'ouvrage d'art sous forme de visites virtuelles, durant lesquelles il pourra se déplacer, zoomer et s'entraîner à apprendre ou à réaliser une bonne inspection A.



Figure 1 : illustrant une visite virtuelle d'ouvrage d'art

Dans l'objectif d'enrichir au mieux ces modèles, différentes réflexions pédagogiques ont été nécessaires dans le but d'intégrer un maximum d'informations utiles et non superflues.

De toutes ces réflexions, il a été décidé de mettre les éléments pédagogique suivants en avant :

- Un rappel sur la sécurité et le matériel nécessaire pour réaliser une bonne inspection.
- Un rappel sur comment faire pour préparer au mieux son inspection.
- Un rappel sur l'intérêt de l'utilité de la rose des vents sur un ouvrage.
- Des rappels sous la forme d'icônes (comme représentés à la figure 2 ci-dessous) d'éléments de nomenclature à certains endroits de la visite :



Figure 2 : illustrant les icônes affichant les éléments de nomenclature.

- Un accès à un croquis de l'ouvrage sous forme de PDF, que l'inspecteur de ponts saura imprimer pour pouvoir recenser les différents défauts qu'il constate.
- Un accès direct à la BDOA (banque de données des ouvrages d'art) pour avoir toutes les informations nécessaires à propos de l'ouvrage sur lequel il se trouve.
- Une description détaillée des défauts principaux de l'ouvrage et comment les encoder dans le rapport d'inspection comme montré sur la figure 3 ci-dessous, défauts accessibles en cliquant sur des icônes spéciales comme illustré sur la figure 4 ci-après :

Présence de rouille sur les poutres principales:



- Déterminer les dimensions des taches de rouilles et des zones abimées (section, nombre, importance et localisation).
- Déterminer la localisation de l'élément concerné (par exemple âme de la poutre ou encore la semelle inférieure de l'entretoise).
- Indiquer le nombre approximatif de taches recensées.
- Voir si on a à faire à de la corrosion superficielle ou à une perte de section ?
- Déterminer si le défaut est localisé ou généralisé ?
- Taper au marteau sur la zone concernée pour se rendre compte de l'état de la corrosion.

N°	Elément	Constatations	Localisation	Commentaires et mesures proposées
417	Poutres	Présence de rouille de façon importante sans réduction de section et forte épaisseur de calamine sur les poutres principales. Et présence de stalactites calcaire avec écoulement d'eau suite au manque d'étanchéité au niveau du trottoir.	Coté aval-gauche	Voir si ce sont des infiltrations qui auraient causés la corrosion et prévoir une réparation localisée par un sablage et une remise en peinture de l'ouvrage.

Figure 3 : illustrant une inspection d'un défaut sur un ouvrage.



Figure 4 : illustrant les icones affichant les descriptions des défauts.

Il est aussi à noter que pour se familiariser au mieux aux différents ouvrages que les futurs inspecteurs de ponts vont rencontrer, il a été décidé de modéliser les quatre grandes familles de ponts les plus fréquents, à savoir :

- Les ponts voûtes en maçonnerie.
- Les ponts en béton armé.
- Les ponts en béton précontraint.
- Les ponts métalliques.

Un des critères de choix de ponts fût bien sûr aussi de trouver des ouvrages présentant un maximum de défauts caractéristiques.

En résumé, en fonction de l'état d'avancement de la formation, les apprenants se retrouveront sur des modèles où ils seront laissés de plus en plus autonomes afin de s'approcher toujours plus de la situation réelle d'une inspection de terrain.

Nouveau pont *bow-string* à Marchienne-au-Pont – Au fil des suspentes



THONON PASCAL

Manager – Cellule Coordination Technique

Entreprise Galère

Rue Joseph Dupont, 73 à 4053 CHAUDFONTAINE

Tél. : 0476 60 42 37

Email : Pascal.Thonon@galere.be

MINETTE DAMIEN

Chef de projet

Direction des Etudes de Ponts – SPW M&I

Rue Côte d'Or, 253 à 4000 LIEGE

Tél. : 0475/43.40.40.

Email : damien.minette@spw.wallonie.be



Résumé :

En vue de créer de nouvelles zones d'activités économiques le long de la Sambre, le Port autonome de Charleroi a entamé la réhabilitation du site des anciennes Aciérie et Minière de la Sambre (AMS) à Marchienne-au-Pont étendu sur plus de 40 ha. L'objectif du projet est de créer une dalle de quai, des voiries et un pont sur la Sambre afin de relier le site à la Sambre et au R3.

Le nouveau pont bow-string a été dessiné par le SPW. Les arcs et tirants sont des caissons métalliques. Les suspentes sont inclinées et se croisent dans 2 plans différents, ceux des âmes des caissons. Les suspentes sont composées de barres en acier à haute résistance, de deux fourches percées pour l'assemblage aux oreilles de la charpente métallique par l'intermédiaire d'une rotule permettant la rotation dans les 2 directions. Des essais de traction jusqu'à rupture et des essais de fatigue sur le système complet sont décrits dans le CSC.

L'adjudication est remportée par les entreprises BAM Galère et BAM Contractors. L'étude est réalisée par l'entreprise Galère, la charpente métallique est confiée à l'entreprise TMI.

L'étude d'exécution se penche sur les phénomènes de fatigue ainsi que sur la mise au point des détails d'étanchéité entre les rotules sphériques et la charpente. Après avoir défini les hypothèses de charges de fatigue, le bureau d'études met en évidence l'amplitude des deltas de contraintes que subissent les suspentes, en particulier au niveau des raccords filetés.

La limite décrite par l'Eurocode pour ce type de suspente est très sévère et n'est pas garantie, via des agréments techniques, par les fournisseurs. L'Eurocode permet néanmoins de fixer cette valeur limite sur base des résultats d'essais. La sensibilité des suspentes aux charges de fatigue est amplifiée par la souplesse des tirants. En augmentant leur inertie, les charges mobiles se répartissent davantage et les valeurs de delta de contrainte diminuent.

Dans un souci d'économie financière, afin de limiter le diamètre des suspentes, le bureau d'études effectue une étude paramétrique avec, pour paramètres, les diamètres des suspentes et la hauteur des tirants. La charpente métallique est alors adaptée.

La charpente métallique est fabriquée en atelier, acheminée sur chantier par camions puis assemblée sur site.

Les suspentes sont fixées aux oreilles de la charpente puis leur longueur est ajustée au moyen des ridoirs, de manière à ce que les axes rotulés des suspentes soient au contact de l'intérieur des oreilles de la charpente métallique. Il n'y a pas de mise en tension mesurée des suspentes. Des boutons provisoires sont prévus pour maintenir la géométrie de l'arc et éviter la mise en compression des suspentes lors de la mise en place de la charpente.

Lors de l'essai de pont, la tension et la variation de tension dans les suspentes sont mesurées au moyen d'analyses vibratoires. Les résultats diffèrent légèrement de la situation théorique mais restent dans des valeurs d'effort acceptables pour les différents éléments.

PONT HAUBANNE DE LA GARE DES BUS DE NAMUR



DENEIL ERIC

Directeur Technico-Commercial

Techno Métal Industrie

Rue du Géron, 40 à 5300 SEILLES

Tél. : 0475/662766

Email : deneil.e@technometal.be

TIMMERMANN VINCENT

Directeur Opérationnel

Techno Métal Industrie

Rue du Géron, 40 à 5300 SEILLES

Tél. : 0499/247599

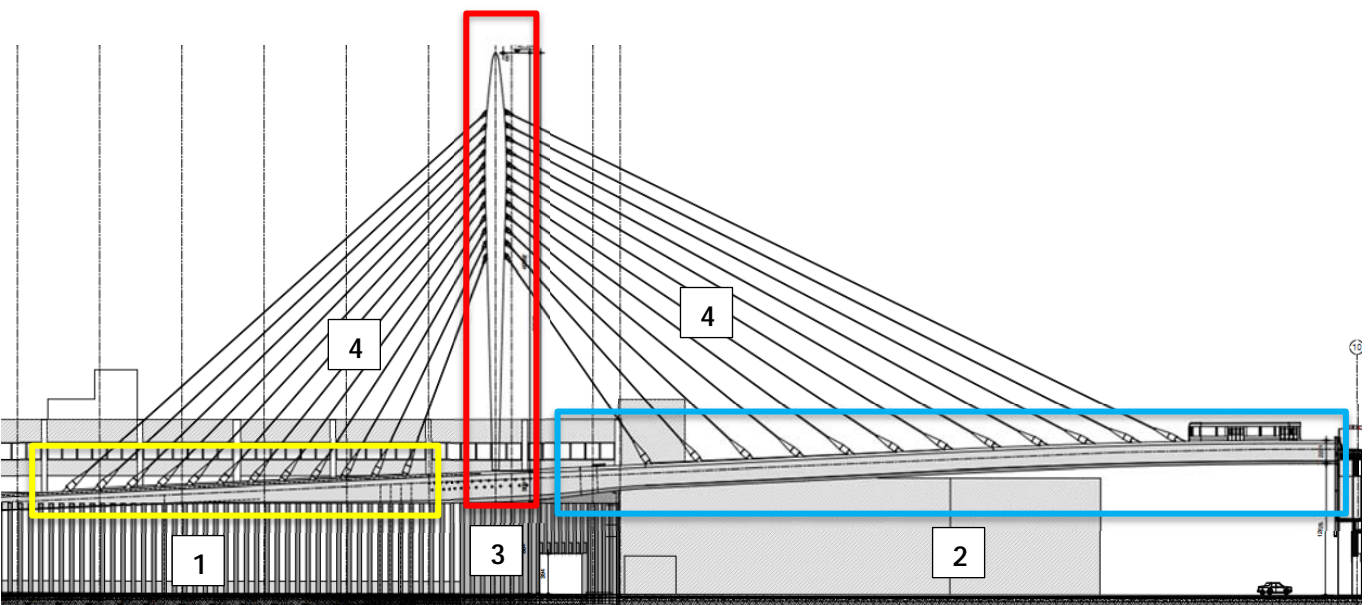
Email : timmermann.v@technometal.be



Résumé :

Dans l'important projet de la gare multimodale de Namur confié à la SM Franki-Duchêne, l'accès à la nouvelle gare d'autobus située sur le deuxième niveau de la dalle de la gare SNCB sera assuré par un ouvrage d'art reliant la place Léopold. Cet ouvrage est constitué d'une rampe rectiligne sur une structure en béton d'environ 250 m prolongée par un pont haubané métallique d'environ 80 m de portée permettant de surplomber la rue Square Léopold, l'un des principaux axes d'entrée de la ville.

Dans cet exposé, nous allons principalement nous intéresser à la partie métallique. En effet, sa géométrie d'ensemble (clothoïde hélicoïdale du tablier, mât haubané, entretoises en encorbellement) la rend esthétiquement remarquable mais également particulièrement complexe. Cet ouvrage est composé de 4 pièces maîtresses, à savoir, la poutre de connexion avec la rampe en béton (1), le tablier (2), le mât (3) ainsi que les haubans (4).



1) La poutre de connexion avec la rampe en béton

Cette poutre de type « PRS » est noyée dans le béton et permet une connexion entre la rampe et le pont par l'intermédiaire du mât et de ses haubans. Cet élément est composé majoritairement de tôles d'acier en S355 de 40 mm d'épaisseur et surmonté de 12 tubes de positions et inclinaisons différentes permettant l'ancrage des câbles.



Lors de la pose de cette pièce, une importance particulière fût de mise sur la précision des tubes devant être positionnés et orientés au millimètre par rapport à la position des oreilles du mât qui n'étaient pas présentes physiquement. Pour s'assurer que ce réglage ne bouge lors du bétonnage, les tubes ont dû être bloqués un à un par un étançon permettant également un réglage transversal fin.



2) Le tablier

Le tablier du pont est formé par un caisson principal désaxé ainsi que des entretoises en encorbellement reliées entre elles par une poutre de rive.

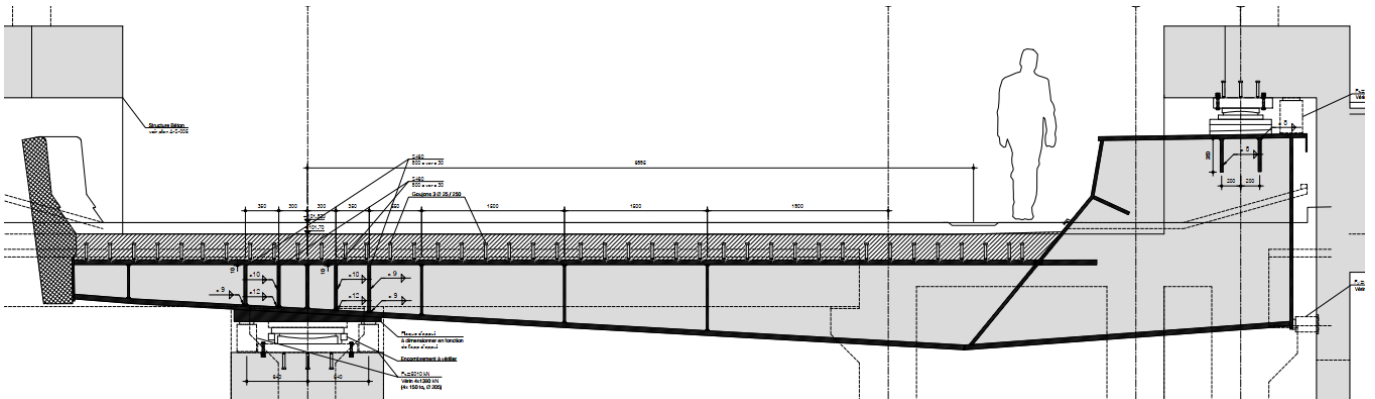


Le caisson principal fut fabriqué et posé en 4 parties puis soudé en position. 3 éléments sur 4 étaient pourvus de tubes servant d'accroches pour les haubans.

La 1ère partie du caisson située du côté de la rampe, appelée « moignon », est encastree dans le béton.



L'autre extrémité est posée sur la culée située sur le bâtiment de la gare et permet de reprendre les mouvements de rotation et de dilatation de l'ouvrage à l'aide de 2 appuis dont l'un est inversé pour la reprise des efforts de soulèvements.



Cette géométrie a engendré un certain nombre de phasages et une coordination étroite entre la pose de la structure métallique et le bétonnage de la dalle. En effet, des ajustements de position, suite à des rotations et tassement, devaient être réalisés au fur et à mesure des zones de bétonnage.

3) Le mât

Bien que doté d'une allure esthétique très fine, le mât est pourtant composé de tôles en acier S460 avec des épaisseurs pouvant aller jusqu'à 120 mm.



Sa principale particularité est qu'il n'est pas ancré dans le béton mais bien déposé sur un socle, formant une rotule, permettant au mât de bouger au gré des mouvements du pont liés aux surcharges d'exploitation et à la dilatation.

L'orientation de ce socle, avec une tête bombée, a dû être garantie au dixième de millimètre pour assurer un contact suffisant dans toutes les positions du mât ainsi qu'une orientation parfaite des plats servant à la connexion des haubans.



www.wallonie.be
N° vert : 1718 (informations générales)

Lors de la pose du mât, celui-ci fut stabilisé à l'aide de deux câbles provisoires ainsi qu'un buton de support provisoire. Dès la position approximative et l'état d'équilibre atteints, la grue de manutention a pu être évacuée pour réaliser un réglage fin de l'orientation à l'aide des deux câbles permettant d'atteindre une précision au millimètre. Ce réglage a pu être contrôlé grâce à une mire monitorée située sur la tête du mât. Un 3ème câble, au droit du buton, a été installé afin de garantir une stabilité tout au long de la pose et mise en tension des haubans.



4) Les haubans

En phase finale, les 12 paires de haubans ont été installées à partir du sommet du mât vers le pied. Après la mise en tension des 4 premiers haubans, les câbles provisoires longitudinaux ainsi que le buton ont pu être évacués. Les 20 haubans suivants ont été installés et accompagnés par une série de contrôles de tension dans les câbles et de positionnement du mât afin de maintenir la bonne position du mât tout en garantissant une bonne répartition des efforts dans les différents éléments, et ce, malgré les effets de la dilatation.

Au terme de ces opérations, la précision de la position du mât était à 11mm de la théorie.



NOUVEAU PONT ET PASSERELLE CYCLO-PIETONNE DE TILFF

Photo	<p>KRATOCHWILL LAJOS Attaché qualifié Direction des Routes de Liège Avenue Blondin 12-14 4000 Liège Tél. : (+32) 04 229 75 10 Email : lajos.kratochwill@spw.wallonie.be</p>
-------	--

Résumé :

En 2001, les services des expertises techniques des ouvrages d'art du MET mettent en évidence une corrosion avancée des câbles de tension de l'ancien pont inauguré en 1953. Il n'est dès lors plus à même de remplir sa fonction première et nécessite en urgence le recours à un pont provisoire avant d'entamer les démarches liées à son remplacement.

Il aura fallu attendre 20 ans afin de rendre aux tilffois un pont passerelle digne de ce nom. Indépendamment des difficultés rencontrées pour l'élaboration du projet depuis son étude jusque sa réalisation, nous avons choisi de vous exposer son phasage et quelques particularités relatives notamment à sa conception.

Le phasage des travaux a pris en compte la nécessité de limiter au maximum l'impact sur les usagers.

Ainsi, hormis une fermeture du pont provisoire limitée à 2 mois de calendrier, la circulation de tous les usagers entre les deux rives a été conservée. L'accès aux deux quais de la gare a aussi été maintenu pendant toute la durée du chantier.

Ce pont est constitué d'une travée principale de 84,5 m. Il comporte un tablier d'une surface de 2000 m², la passerelle cyclo-piétonne qui est suspendue à la dalle de tablier représente quant à elle une surface d'un peu plus de 400 m².

Cet ouvrage imaginé et dessiné par le bureau d'études Ney & Partners, conçu sans pile intermédiaire dans le lit de l'Ourthe, a permis de rendre aisé et sécurisé le cheminement des « modes doux ».

Il permet également le franchissement à la fois de l'Ourthe et des voies de chemin de fer permettant ainsi la suppression du passage à niveau tout en respectant les contraintes liées au site.

Pour ce faire, ce pont semi-intégral en acier et béton utilise une technique plutôt rare.

En effet, cet ouvrage d'art dont le tablier est sous tendu à l'aide de deux nappes de câbles métalliques « ancrés » dans les piles situées de part et d'autre des berges permettent notamment de s'affranchir de ces contraintes tout en conservant un aspect architectural élégant.

INTRODUCTION AUX BFUP, DES MATERIAUX DE NOUVELLE GENERATION



FRANSSEN RENAUD

Attaché qualifié

Direction des Matériaux de Structures

Rue Côte d'Or, 253 à 4000 LIEGE

Tél. : 0479 86 82 32

Email : renaud.franssen@spw.wallonie.be

Résumé :

Dans le domaine du béton armé, la réhabilitation des structures vieillissantes est un problème croissant. Les infrastructures critiques connaissent des problèmes de corrosion majeurs, tandis que les techniques de réparations actuelles présentent un taux de défaillance élevé. Pour faire face à ces défis, de nouvelles technologies ont émergé au cours des dernières décennies pour offrir des moyens innovants de réparation et de renforcement des éléments en béton.

Les matériaux en béton fibré à ultra-haute performance (BFUP) ont percé au cours des 25-30 dernières années comme une des techniques pour répondre aux besoins de réparations de béton en matière de durabilité et de résistance.

Cet exposé est une introduction à ces matériaux et à leur usage en Europe, en commençant par les propriétés mécaniques. Que ce soit en traction ou en compression, les BFUP atteignent des résistances de l'ordre de 5 à 7 fois plus élevées que les bétons de ciment traditionnels. De plus, le comportement en traction est ductile grâce à la présence de courtes fibres d'acier dans la matrice.

Grâce à ses propriétés, les BFUP peuvent être utilisés pour des éléments de structures présentant des élancements élevés tout en assurant une intégrité structurelle. Des éléments de poutres ont par exemple été fabriqués pour certains ouvrages d'art.

Bien que les BFUP autorisent des structures plus fines et légères, la quantité de ciment et le prix élevé des fibres limite l'utilisation de ces matériaux dans les éléments de structures. Néanmoins, les BFUP ont montré des propriétés extrêmement intéressantes pour la réhabilitation d'ouvrages d'art en béton.

La matrice des BFUP est caractérisée par une large quantité de pores de très petites tailles non communicants. Bien qu'ils aient la même densité que les bétons traditionnels, ils présentent une perméabilité extrêmement faible aux agents agressifs de l'environnement comme l'eau, le carbone, les chlorures, ... Cela rend ces matériaux beaucoup plus durables et la solution idéale pour des réparations pérennes.

Sur base de ces propriétés, de nombreux systèmes de réparations ont été développés avec des matériaux BFUP comme le chemisage de piles de ponts ou de colonnes, le renforcement et la protection de poutres avec une fine couche de BFUP sur la face tendue ou encore le chemisage en U de poutres. Les solutions de « patch repair » ne sont pas préconisées dans le cas d'utilisation de BFUP.

La majorité des projets en Europe ont été lancés par la Suisse et la France, qui ont aussi édité respectivement un cahier technique SIA2052 et des normes NF P 18-451, NF P 18-470 et NF P 18-710. Bien que l'usage en Belgique soit très limité, quelques projets utilisant du BFUP ont vu le jour, principalement en rénovation.

Au vu de ses avantages et de son développement, le SPW Mobilité & Infrastructures a lancé la réflexion sur deux projets de réparation d'ouvrages d'art avec du BFUP. Le premier concerne un remplacement de tablier de pont dans la région de la Louvière. Dans ce projet, en adjudication à l'heure actuelle, le BFUP est utilisé non seulement pour sa minceur relative afin de ne pas surcharger la structure mais servira aussi d'étanchéité. Il sera même laissé apparent sur les trottoirs afin de servir de bande de circulation pour la mobilité douce. Un autre projet concerne la réhabilitation de piles de pont circulaires dégradées.

PASSERELLE EN BETON FIBRE ULTRA HAUTE RESISTANCE (BFUP)

Photo	<p>Lyon Lynch Tanguy Teamlead Studies Renew Civil Engineering Infrabel I-AM.34 (bureau étude Civil Engineering, services centraux) Rue de France, 85 à 1060 BRUXELLES Tél. : 0472959445 Email : tanguy.lyonlynch@gmail.com</p>
-------	---

Photo	<p>WILLEMS Koen Ir Fonctionnaire dirigeant Infrabel I-AM.A1 (Area center) Rue de France, 85 à 1060 BRUXELLES Tél. : Email : koen.willems@infrabel.be</p>
-------	---

Résumé :

Infrabel S.A., en tant que gestionnaire du réseau ferroviaire belge, doit maintenir, entretenir et, le cas échéant, renouveler ses assets. Afin de maintenir autant que possible le trafic ferroviaire lors de renouvellements et de la création de nouveaux ouvrages, la préfabrication est indispensable.

Une étape importante a été franchie dans les années 1940 avec la réalisation des premières poutres préfabriquées précontraintes. En évitant la décompression du béton, cette technologie a permis de réduire les hauteurs structurelles et dès lors permettre d'avoir des charges (ferroviaires) et des portées plus importantes.

En 2019, une nouvelle étape a été franchie pour Infrabel (et la Belgique). Pour ce projet de passerelle de 35 m de long, nous avons réalisé avec Ergon une poutre préfabriquée précontrainte en béton fibre ultra haute performance (BFUP). La combinaison de ce BFUP avec de la précontrainte par pré-tension (première européenne pour cette portée !) a permis de réduire substantiellement le volume de béton (2 fois moins de béton), de limiter la hauteur structurelle et du coup aussi le poids.

Ce type de béton (beaucoup moins poreux) devrait aussi nous permettre d'avoir une carbonatation plus lente et donc une grande durabilité.

Ce projet innovant a présenté beaucoup de défis (pas de norme européenne, validation des paramètres par élément test, test de mise en charge de la structure) et a été possible grâce à une très bonne collaboration entre le maître d'ouvrage (Infrabel), le préfabricant (Ergon), le bureau de contrôle (Seco), le CSTC et les autres stakeholders.

D'un point de vue technique, l'utilisation du BFUP (le cas échéant en combinaison avec de la précontrainte) permet de diminuer les volumes de béton (et du coup de compenser le prix de ces bétons), de diminuer les hauteurs structurales, de supprimer (presque toutes) les armatures passives (gain de main-d'œuvre) et d'augmenter la durabilité (béton moins poreux).

De plus l'utilisation de BFUP permet d'avoir une structure élancée, fine (section de 10 à 5 cm !) et du coup d'avoir un pont léger qui se fond élégamment dans son environnement. Enfin, d'un point de vue durabilité, le fait d'utiliser 50 à 60 % de matière structurale en moins diminue forcément la quantité de matériaux nécessaires mais aussi les coûts de transport, de pose et créera moins de déchets lors de sa destruction.

Cette première européenne est une fierté pour tous ceux et celles qui ont été impliqués dans ce projet et sera certainement une source d'inspiration pour de nombreux autres projets.

PASSERELLE EN COQUES BFUP A BEZIERS (FR)



PEIGNEUX CHRISTOPHE

Chef de projets

SERVAIS.PARTNERS

Rue de la Belle Jardinière, 318 à 4031 Angleur

Tél. : 04.275.41.04

Email : cp@servais.partners

Résumé :

La promenade Nelson Mandela franchissait le boulevard Jean Bouin par l'intermédiaire d'une passerelle en bois lamellé-collé fortement dégradée. La Ville de Béziers a programmé le remplacement de cette passerelle dans un projet de requalification du quartier de la Devèze afin de recréer des liens entre les habitants et leurs quartiers.

En respect du patrimoine Biterrois, une conception innovante a été développée : construire un pont sans joint de dilatation, ni appareil d'appui basé sur une technologie millénaire tout en l'adaptant à un matériau contemporain, le BFUP. Il en résulte une passerelle constituée d'une arche préfabriquée, élancée, en BFUP avec remplissage allégé et murs de retenue en gabions.

La réutilisation multiple d'éléments identiques (4 coques issues du même coffrage) permet d'amortir l'incidence de la part complexe du produit, de la sorte, l'économie globale du projet est garantie. La passerelle possède une travée principale d'environ 36 m avec une largeur utile de 3,5 m.



1. INTRODUCTION

1.1. IMPLANTATION

La nouvelle passerelle « Georgette Bousquet » est située dans la banlieue de Béziers et plus précisément dans un quartier résidentiel (Figure 1 et Figure 2).



Figure 1. Implantation

Ce quartier est actuellement en complète mutation et modernisation de la part des autorités locales. Une grande majorité des tours de logements sociaux est en cours de démolition.

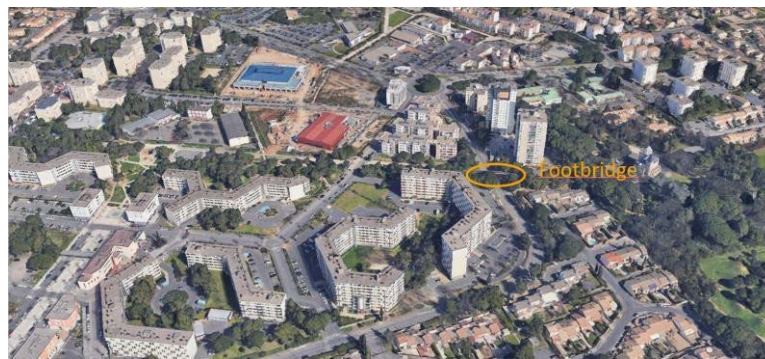


Figure 2. Quartier résidentiel

Par le passé, une passerelle en bois lamellé-collé traversait le boulevard Jean Bouin. Elle reliait les quartiers de part et d'autre et donnait accès à un parc (Figure 3). Cette passerelle a souvent été vandalisée et a été partiellement incendiée (Figure 4). La ville a programmé son remplacement.



Figure 3. Vue en plan



Figure 4. Passerelle existante

1.2. APPROCHE DE CONCEPTION

Deux célèbres ponts anciens sont présents à Béziers : le "Pont Vieux" (Figure 5) du 12ème siècle qui est un pont en arc en pierres et le "Pont Canal" (Figure 6) du 19ème siècle également un pont en arc en pierres.



Figure 5. Pont Vieux et la Cathédrale



Figure 6. Pont Canal

Le patrimoine historique de Béziers, comme ces deux ponts, ainsi que la Cathédrale, ... est réalisé avec des pierres locales ce qui donne une cohérence chromatique à l'ensemble. De plus, ces constructions reposent sur un comportement structurel éprouvé : la voûte. Ces structures sont sans aucun appui, joint de dilatation ce qui assure une durabilité et requiert un faible entretien au fil des siècles.

Cette analyse du patrimoine de Béziers conduit à proposer un concept innovant : construire un pont sans joint de dilatation, ni appareil d'appui, recourir à une technologie millénaire mais adapter cette dernière à un matériau contemporain, le Béton Renforcé à Ultra Hautes Performances (BFUP).



Figure 7. Intégration

La réappropriation des méthodes ancestrales impose de revoir la composition du remplissage de voûte. Les typologies moyenâgeuses sont transposées aux techniques et matériaux du XXI^e siècle. Il en résulte une passerelle élancée constituée d'une voûte en BFUP avec remplissage en billes d'argile expansées concassées et murs de retenue en gabions (Figure 7).

2. PASSERELLE

La passerelle a une portée principale d'environ 36 m et une largeur utile de 3,5 m. La longueur totale de l'ouvrage est d'environ 48 m (Figure 8). L'ouvrage est une structure intégrale sans appareil d'appui et sans joint de dilatation. Les rampes sont réalisées avec des éléments préfabriqués en BFUP directement posés sur les gabions et le remblai (Figure 9) et assurent l'accès aux personnes à mobilité réduite avec leur pente de 4%.

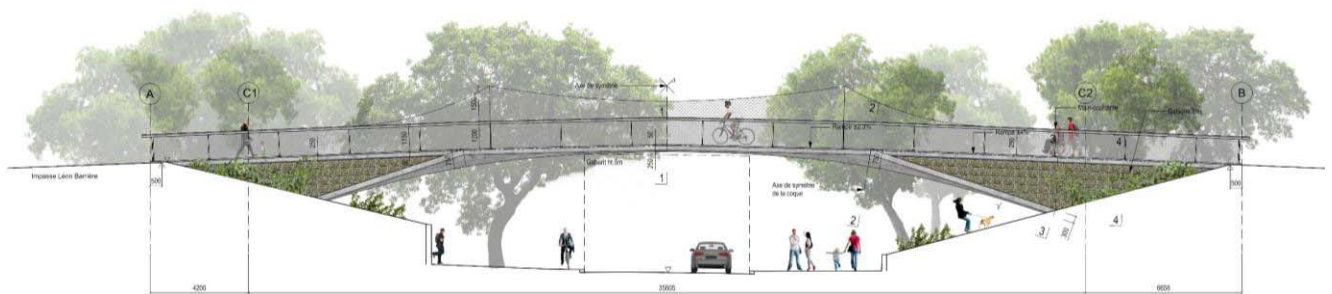


Figure 8. Footbridge elevation

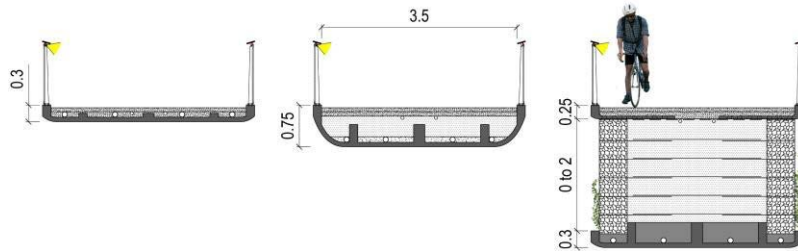


Figure 9. Footbridge typical cross-sections

2.1. STRUCTURE

La structure principale (l'arc) est constituée de quatre coques identiques en BFUP. Ces éléments ont une forme en U avec une hauteur totale de 30 cm à 75 cm. L'utilisation répétée d'éléments similaires dans l'arc (Figure 10) permet de minimiser l'incidence de la complexité du coffrage et par conséquent, permet de respecter le coût global du projet. Chaque coque en BFUP a une épaisseur de 70 mm avec 3 nervures intermédiaires. La hauteur des nervures varie de 15 cm à 45 cm pour un total de 17 m³ de BFUP.



Figure 10. Main structure in 4 identical shells and unique formwork

La sous-face de chaque coque est une portion d'ellipse dont les diamètres ont été déterminés de manière à éviter tout angle dans les joints de clavage. Sous charges permanentes, la géométrie de l'arc est étudiée pour être uniquement en compression. En d'autres termes, les moments de flexion sont quasi égaux à zéro (Figure 11).

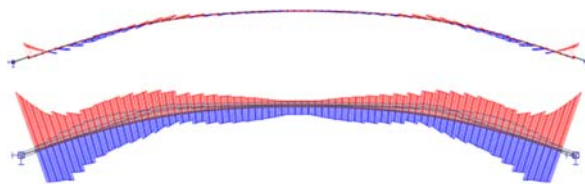


Figure 11. Bending moment diagram under permanent loads and at ULS

Ainsi, le centre de gravité de la structure correspond pratiquement au funiculaire des charges. Cette géométrie optimale est obtenue d'une part en adoptant une sous-face composée de portions d'ellipse et d'autre part, en augmentant la hauteur des nervures pour remonter le centre de gravité dans les coques côté culée et ainsi tendre vers le tracé du funiculaire des charges.

2.2. BFUP

Le BFUP utilisé possède une loi de comportement classique en compression comme les bétons usuels mais avec une résistance caractéristique de 150 MPa en compression.

En traction, grâce aux fibres métalliques, une loi possédant un faible écrouissage est obtenue avec une résistance caractéristique en traction de l'ordre de 8,5 MPa (Figure 12).

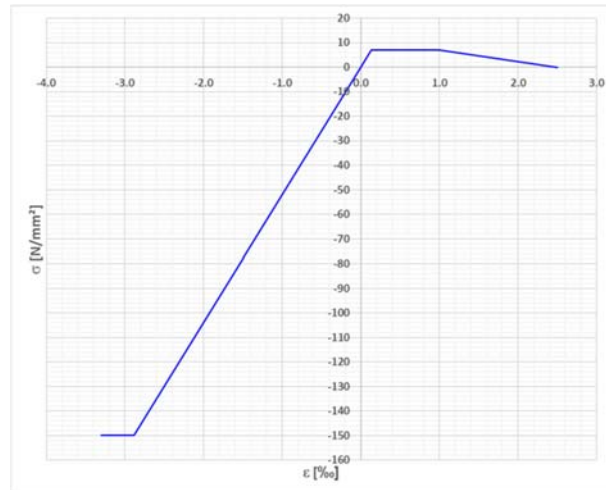


Figure 12. UHPFRC material law

Il n'y a pas d'autres armatures dans le béton excepté dans certaines zones spécifiques comme à proximité des ancrages de garde-corps et à chaque joint de clavage entre coques.

2.3. COMPORTEMENT TRANSVERSAL

Le comportement transversal des coques en BFUP qui ont une épaisseur de 7 cm, est assuré grâce aux nervures intermédiaires.

Dans les coques côté culée, où la hauteur de remblai est la plus importante ainsi que les charges permanentes, les poussées dans le plan des nervures intermédiaires sont plus importantes que dans la zone centrale. En effet, les nervures sont plus hautes dans les coques côté culée (40 cm) que celles des coques de la partie centrale (variables de 15 cm à 40 cm). Ainsi, le comportement transversal dans les coques côté culée fonctionne comme une poutre appuyée sur chaque nervure. Au contraire, dans la partie centrale, la coque est simplement supportée par les âmes externes (Figure 13).

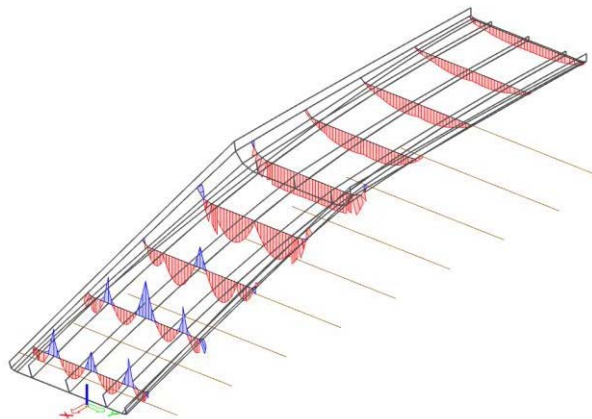


Figure 13. Transversal bending moment diagram under permanent load

2.4. JOINTS

La structure en arc est réalisée avec 4 coques préfabriquées en BFUP. Les joints de clavage entre coques sont situés à mi- portée et au quart de portée. A l'ELS, ces joints sont uniquement en compression. Ainsi, seul un collage époxy est nécessaire pour assurer un parfait contact pour le transfert de l'effort de compression entre les coques ainsi que les éventuels efforts tranchant (Figure 14). A l'ELU, de la traction peut se produire au niveau des fibres extrêmes de la section. Un joint de clavage avec des armatures est réalisé au sommet des nervures latérales et des barres de précontrainte sont installées sur la partie inférieure de la coque.

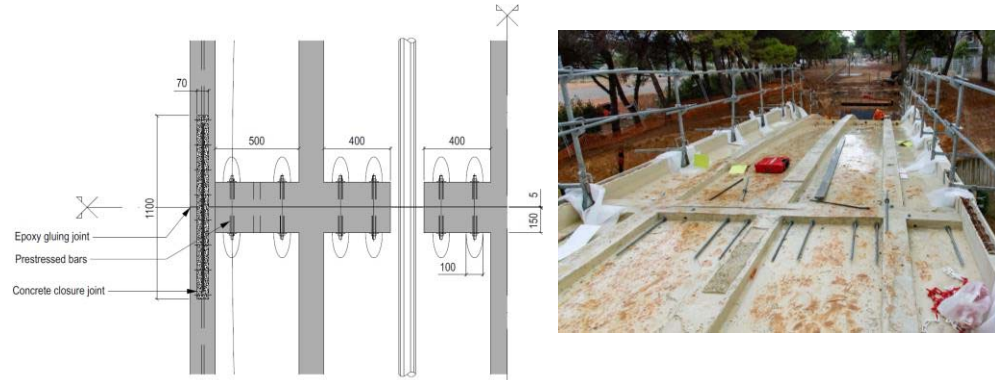


Figure 14. Closure joint between UHPFRC shells

Le joint de clavage de la structure en BFUP avec la culée doit transmettre des efforts de compression et des moments fléchissant importants. La continuité de la structure et les restraints de la fondation créent ces moments fléchissant (Figure 15). Un mortier sans retrait est exécuté entre la coque et la culée pour assurer un contact parfait pour l'effort de compression. Une zone de transition en béton armé est réalisée entre les nervures de la coque. Des barres d'armature de cisaillement sont installées à l'interface sur cette zone de transition pour transférer la force de traction générée par le moment de flexion de la coque à ce béton de deuxième phase.

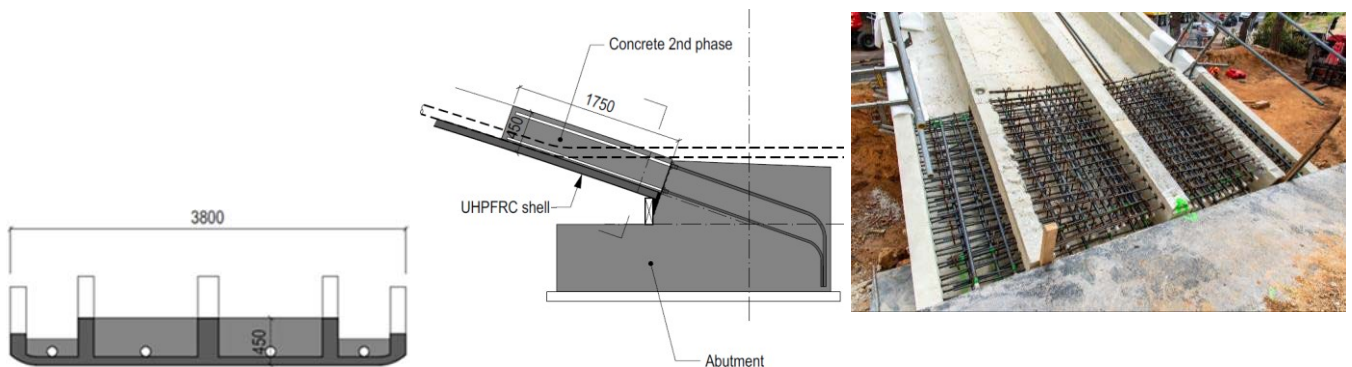


Figure 15. Closure joint with abutment

2.5. FONDATION

L'élanement de l'arc crée d'importantes réactions horizontales dans les fondations (environ 300 T à l'ELS). L'absence de roche et les faibles propriétés du sol imposent de soutenir les culées par des micropieux travaillant en traction- compression (Figure 16).

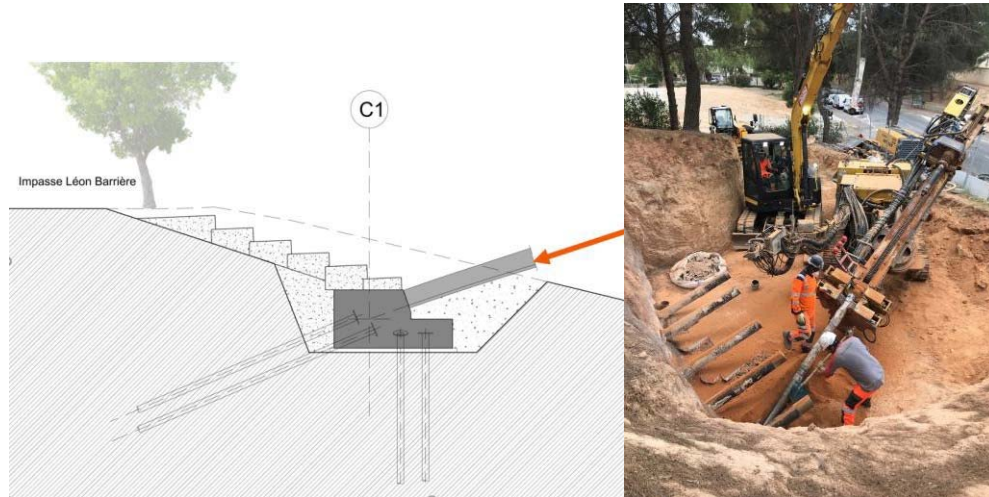


Figure 16. Foundation

2.6. DYNAMIQUE

Du fait de l'élanement de la structure, le comportement vibratoire du pont sous les actions dynamiques générées par le passage des piétons doit être garanti.

Le premier mode propre de flexion verticale de la passerelle est un mode dissymétrique en deux demi-ondes qui est courant et usuel pour une structure en arc. En effet, un mode propre à une onde dans une structure en arc nécessite un allongement de l'arc et a donc une fréquence supérieure à un mode en 2 demi-ondes. Ce premier mode a une fréquence au-delà de 2.5 Hz (Figure 17). Cette fréquence est donc supérieure à la fréquence naturelle de marche des piétons.



Figure 17. First vertical eigen mode

Les calculs dynamiques ainsi que les essais dynamiques sur site ont révélé de faibles risques de vibrations liés à la circulation piétonne grâce à la grande rigidité du comportement de l'arche et à la masse importante du pont (structure et équipements : remblais, gabions, ...). Les accélérations de la structure sont toujours inférieures à la limite de 1,0 m/s². Ce seuil d'accélération est défini comme assurant un confort suffisant aux usagers selon le guide SETRA.