



Pont bois précontraint - BFUP

Une **innovation** Campenon Bernard Centre-Est et Freyssinet France

01

LE CONSTAT

Un besoin d'innover en ouvrages d'art pour répondre aux enjeux environnementaux

Un constat : un besoin d'innovation en ouvrages d'art

Simplifier la construction, l'exploitation et réduire le bilan carbone

Le point de départ



Création du groupe de travail



Un besoin d'innovation environnementale

3 axes de réflexion en lien avec la sobriété



Réduction de
l'impact carbone de
la construction de
l'ouvrage



Réduction de
l'impact sur
l'exploitation



Maîtrise des coûts



Les objectifs



-40% à -50% CO₂e
comparée à une structure mixte acier-béton



+20% de surcoût maximum
comparée à une structure mixte acier-béton



BFUP bas carbone

02

Notre concept

Un pont en bois précontraint - BFUP



Notre concept

Un pont bois précontraint - BFUP

- Ouvrage mixte constitué de poutres BLC précontraintes surmontées d'un hourdis en dalles BFUP préfabriquées

En mettant le bon matériau au bon endroit

BIOSOURCE

RENOUVELABLE

LOCAL

Wood



DURABLE

HAUTES PERFORMANCES

ETANCHE

UHPERC



EFFICACITÉ STRUCTURELLE

GRANDES PORTEES

Prestressing



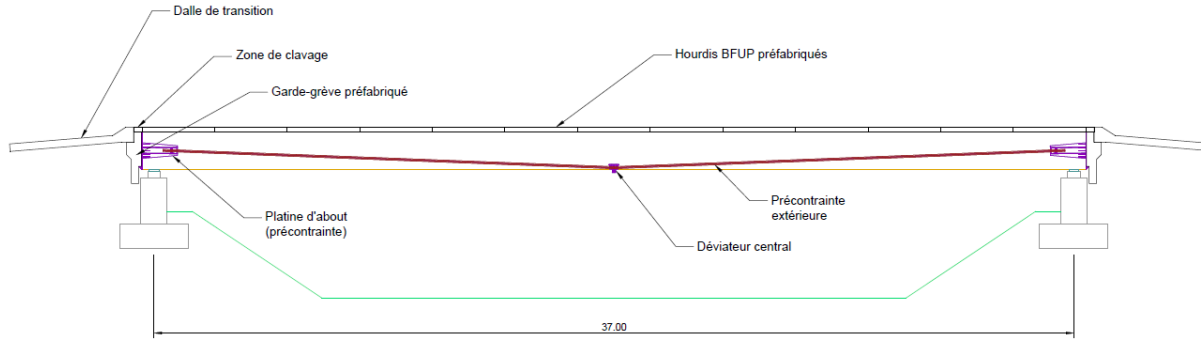
Notre concept

Un pont bois précontraint - BFUP

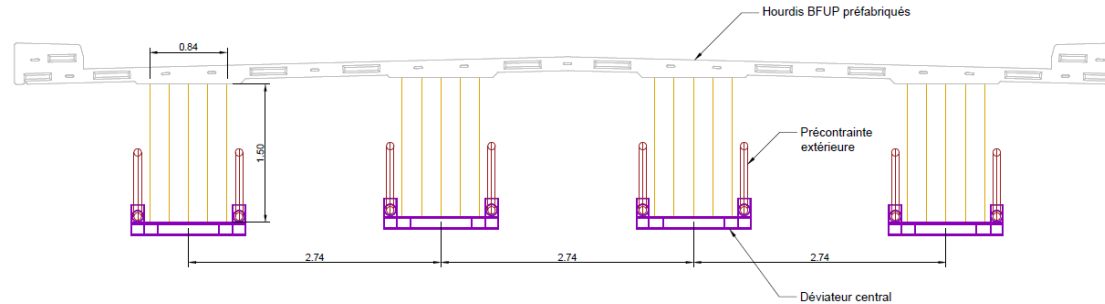


- Pas d'étanchéité ni chaussée bitumineuse rapportées, pas de joint de chaussée (conception semi-intégrale)
- Ouvrage calculé pour permettre l'ajout d'une couche d'étanchéité/chaussée rapportées ultérieurement

Coupe longitudinale



Coupe transversale



Notre concept

Un pont bois précontraint / BFUP

LES AVANTAGES :

- **Réduction de l'impact carbone** lors de la construction de l'ouvrage
- **Réduction de l'impact sur l'exploitation**
 - En phase de **construction** : pas de pile centrale et réalisation des ouvrages avec des éléments préfabriqués (poutres bois, dalles BFUP), limitant ainsi les contraintes sur la voie franchie, avec possibilité d'installation rapide sur des voies existantes, planning accéléré
 - En phase d'**exploitation** : utilisation de matériaux durables et principes de conception permettant de réduire l'entretien sur l'ouvrage (pas d'étanchéité, chaussée ni joint de chaussée rapportés)
- **Maîtrise des coûts** sur la globalité du cycle de vie de l'ouvrage
- **100 % de production en part propre !**

Focus sur la durabilité du bois

Durabilité du matériau bois

- Durée d'utilisation : 100 ans
- Type de bois ?
 - Classe 2
 - Douglas purgé d'aubier
 - GL24
 - Ajout de lasure possible mais non obligatoire (à renouveler entre 4 et 6 ans)
- Bois protégé des intempéries par la conception géométrique du tablier

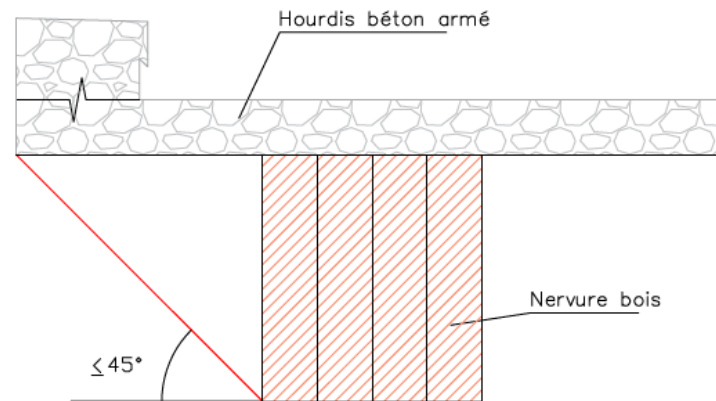


Figure 2 : Principe de protection des nervures de rive contre les pluies fréquentes

Focus sur la durabilité du bois

Situation accidentelle ?



→ Tenue au feu ?

- Ex : poutres massives 1*1m => Tenue 1h sous feu « normal »

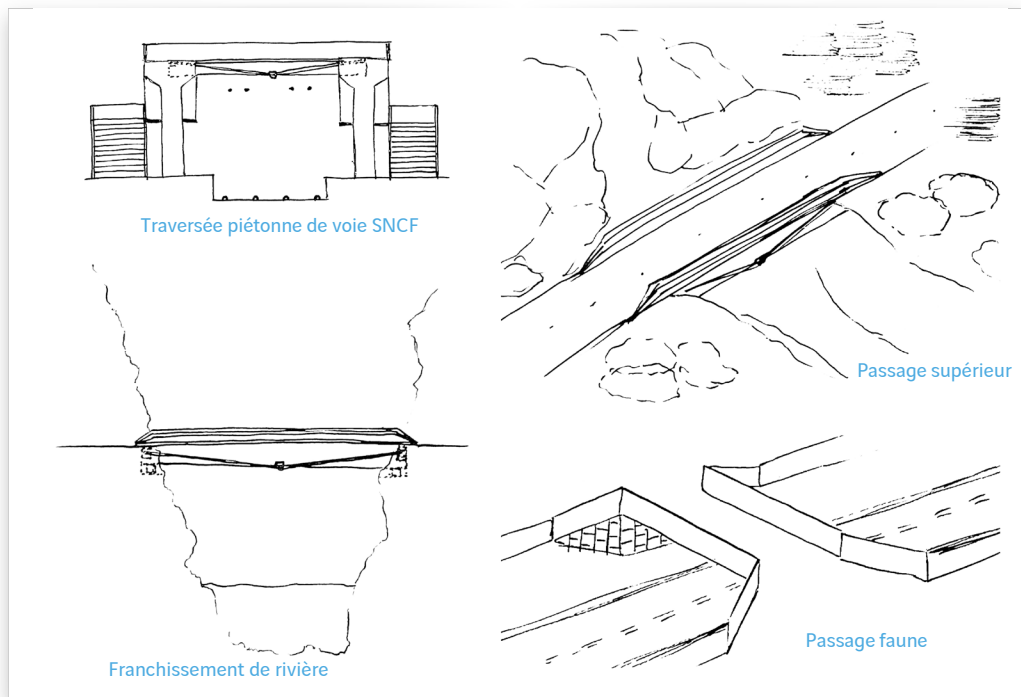
→ Tenue au choc ?

- Prévoir des dispositions constructives spécifiques : revanche de 60cm, blocage transversal du tablier...

→ Résistance à l'humidité ?

- Tirant d'air de 3m (/niveau moyen) en franchissement de cours d'eau pour rester en classe d'emploi 2 (et 1m au-dessus de la crue centennnale)

Un catalogue adapté à la demande



Typologie

- Pont routier
- Passage faune
- Passerelle / voie verte cyclable

Franchissement

- Rivière
- Route et autoroute
- Voie ferrée

Dimensions

- Jusqu'à 44m de portée
- Largeur variable

Exemple de pont routier



Exemple de passerelle



En France



- Peu d'ouvrages récents en bois
- Un manque de solution technique concurrente des ponts mixtes acier-béton (pour une gamme de portée >35m)
- Intérêt fort du CEREMA pour cette solution
- **Pas de concurrence identifiée sur ce secteur**



REX PS34 (A51)



- Pont routier en voussoirs BFUP précontraints livré en 2005
- Sans étanchéité et sans chaussée

« Une des premières applications du BFUP (béton fibré ultra-performant) mis au point par Vicat et Vinci »



Un marché en développement côté Suisse

Pont de Fruttli : Premier ouvrage routier en bois-BFUP de Suisse (2020)

Longueur : 10,45m

Largeur : 3,51m



Réalisation de prototypes de voussoirs en bois précontraint (2023)



03

ETUDE DE CAS

Variante bois-BFUP



Ouvrage étudié : Pont du Verney (73)

→ Détails de l'ouvrage

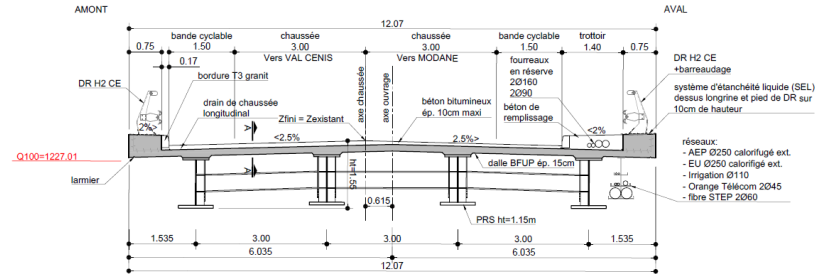
- Ouvrage routier (franchissement de cours d'eau)
- Longueur 39m
- Largeur 12m

→ Étude de 2 scénarios

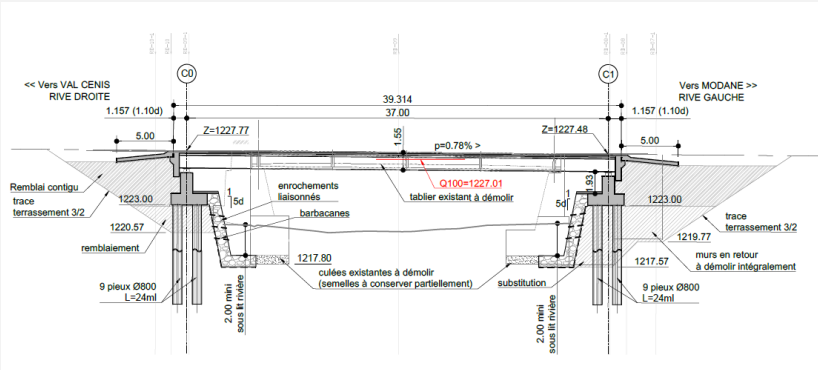
- Solution 1 : Ouvrage mixte acier – béton armé
- **Solution 2 : Ouvrage mixte bois précontraint – BFUP**

Ouvrage étudié : Pont du Verney (73)

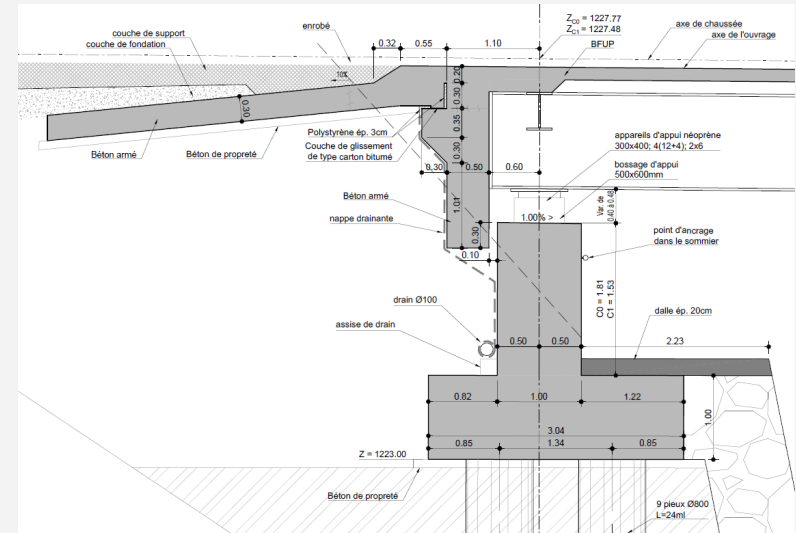
Vue en coupe transversale



Vue en coupe longitudinale



Principe de conception semi-intégrale



Nota : pour l'exercice comparatif, un hourdis béton armé et non BFUP a été considéré

Comparatif

Solution 1 Acier - béton



€5720/m² de tablier



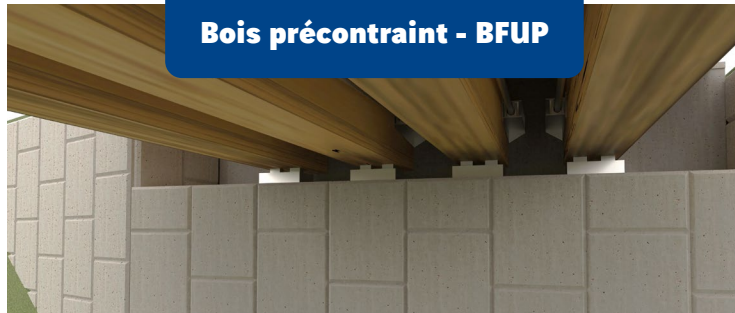
1 530 kg CO₂e/m² de tablier



7 mois de travaux sur site

Solution 2

Bois précontraint - BFUP



€6230/m² de tablier

→ +9% de surcoût



1 020 kg CO₂e/m² de tablier

→ -33% CO₂e



5 mois de travaux sur site

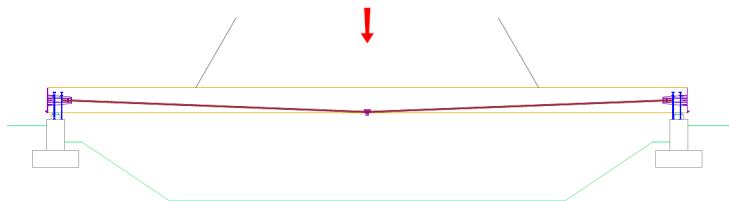
→ Planning optimisé



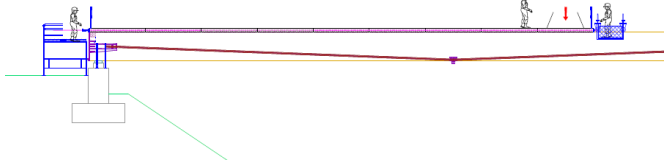
Les estimations CO₂e sont toujours en cours d'étude (terrassements et déchets exclus)

Principe d'exécution – Solution Bois-BFUP

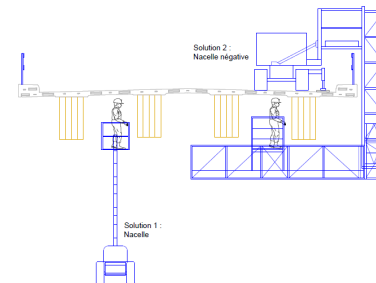
1 Installation des poutres et précontrainte associée



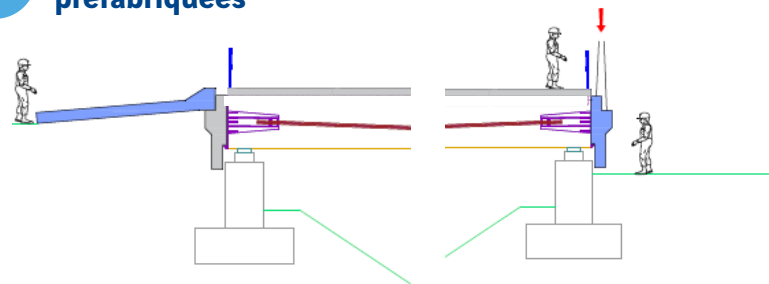
2 Mise en œuvre des dalles, précontrainte provisoire du hourdis à l'avancement puis précontrainte définitive du hourdis ; mise en tension de la précontrainte des poutres



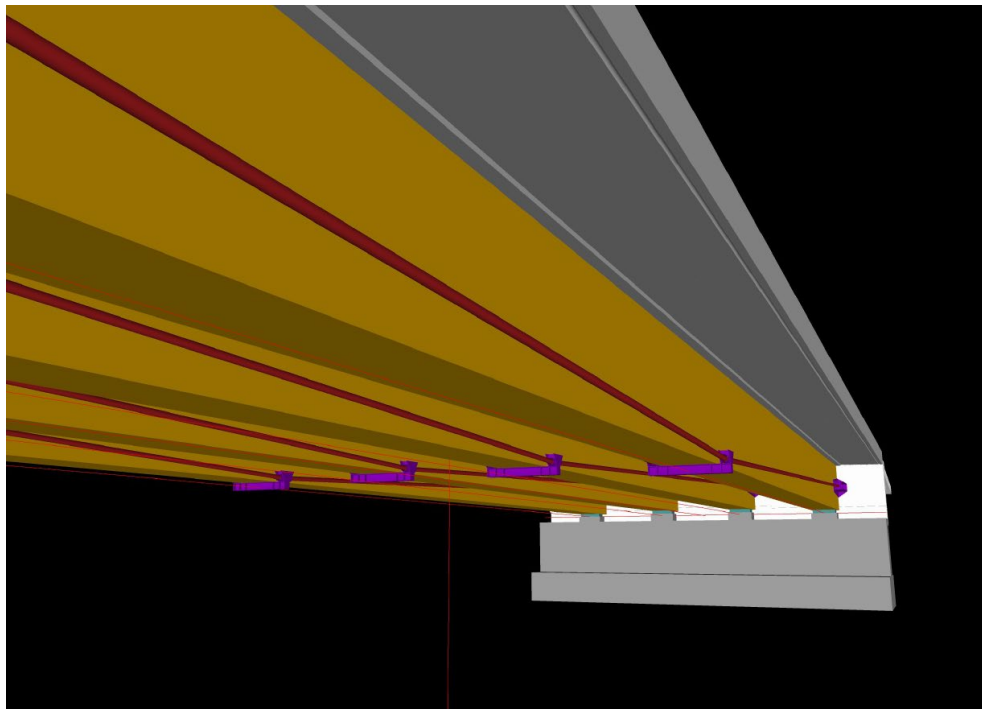
3 Fixation des dalles préfabriquées sur les poutres bois



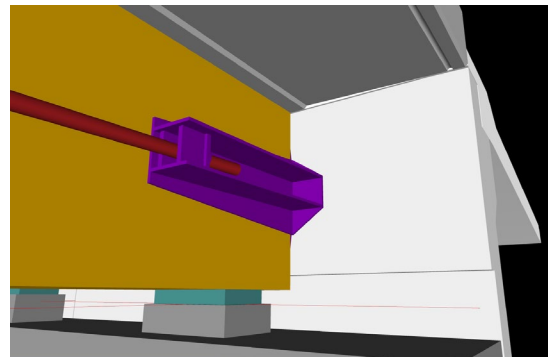
4 Pose des garde-grèves et dalles de transition préfabriquées



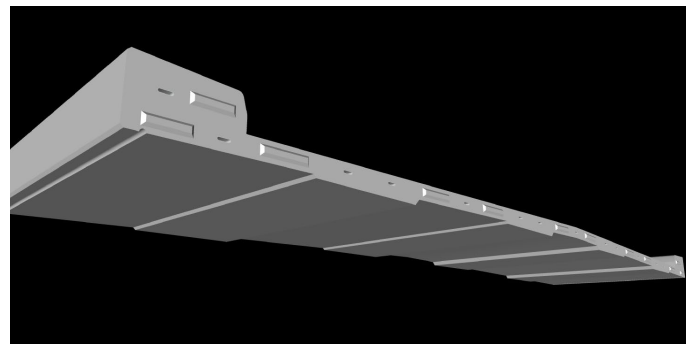
Principe d'exécution



Vue globale – sous face



Vue détail –
ancrage
précontrainte

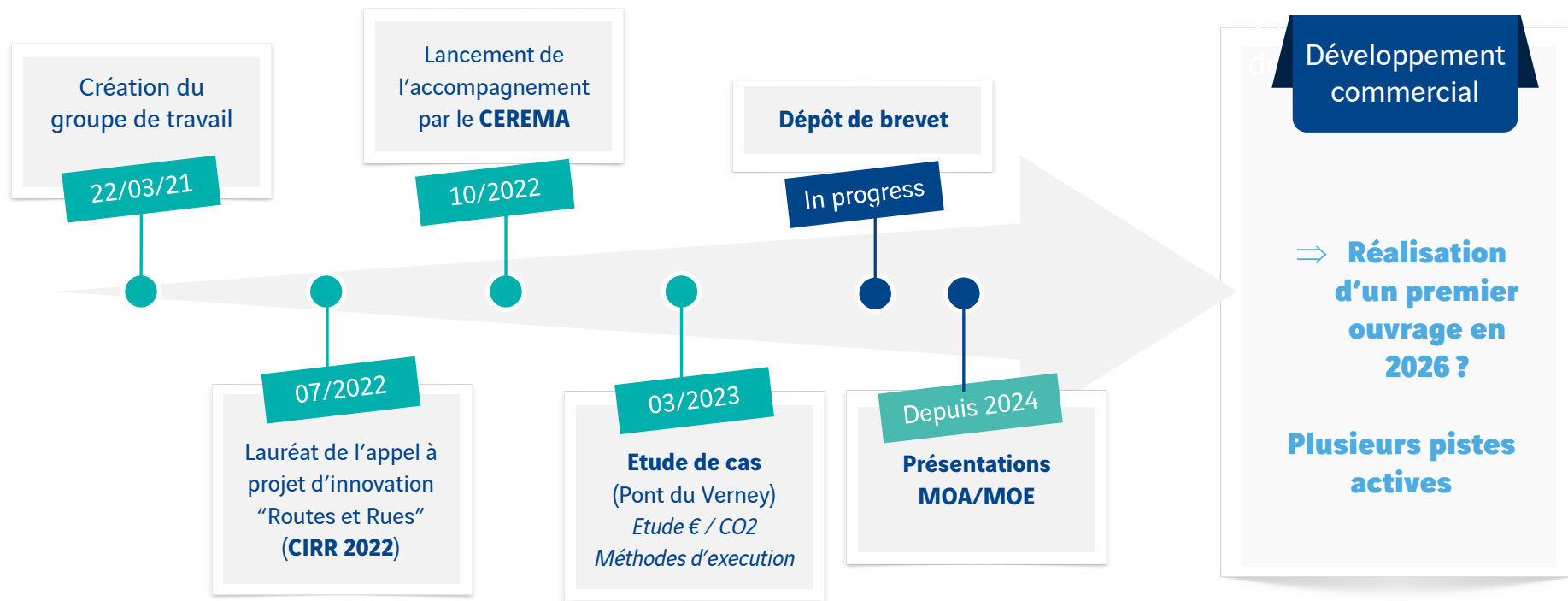


Dalle BFUP préfabriquée sans clavage entre dalles

04

LA SUITE

Avancement du projet



Les freins

- Marchés publics **peu ouverts à l'innovation** (variantes)
- **MOA réfractaires aux marchés expérimentaux** (article R2172-33 et 34 du Code de la commande publique)
- Pas (encore ?) d'enjeux réglementaires de **décarbonation** des projets d'infrastructures
- Des critères environnementaux encore peu « pesants » dans les règlements de consultation
- Appréhension sur le matériau bois en ouvrages d'art

Quelques idées pour favoriser l'innovation environnementale

Dans les appels d'offres courants

- Définir des **règles** du jeu claires (bilan carbone)
- Favoriser les engagements en faveur de **l'économie circulaire** et de **l'achat français / local**
- Autoriser et stimuler les **variantes**
- Mettre en avant le **management environnemental** des entreprises
 - ISO 14001
 - Labels
 - Autre ?
- Mettre en place des **indicateurs de suivi** (dès l'appel d'offre, et tout au long du chantier)
- **Bonus / malus**

Les acteurs du projet



CEREMA



- Lauréat d'un appel à projet « Routes et rues », le projet bénéficie du soutien et de l'accompagnement technique du CEREMA tout au long de sa réalisation



CAMPENON BERNARD CENTRE EST

- Maîtrise du béton fibré ultra-haute performance, capacités de préfabrication sur le site de Romagnieu, expérience passée sur le pont de la Chabotte (PS34)



FREYSSINET

- Maîtrise de la technologie de précontrainte



