

CONFERENCE TECHNIQUE TERRITORIALE

RESILIENCE ET OUVRAGES D'ART: DU CONSTAT À L'ACTION

Cerema Méditerranée Aix en Provence

MARDI

31
mai
2022



L'intégration de la résilience dans la conception des OA

LA DOUBLE ACTION MIXTE : L'EXEMPLE INNOVANT DU VIADUC DU LOT

Clément AMOURETTE

Responsable d'études Ouvrages d'art

Cerema

LES BIPOUTRES MIXTES ACIER-BÉTON

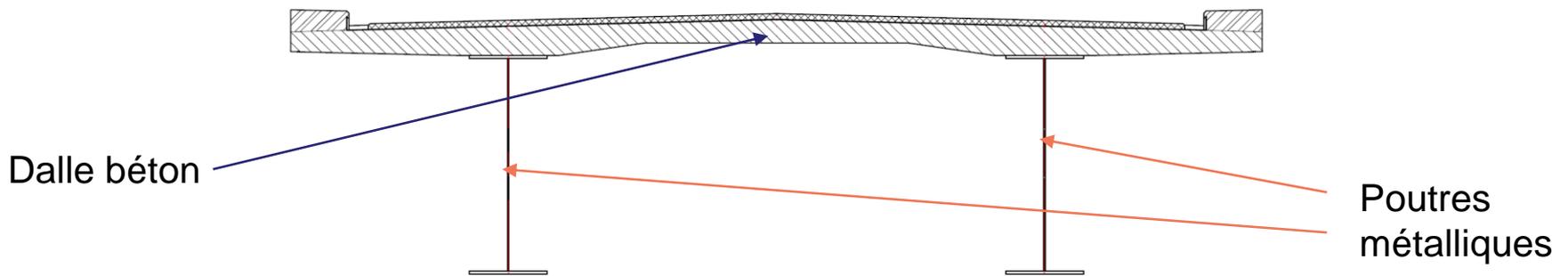
Les ponts dits bipoutres mixtes sont parmi les plus utilisés en conception neuve pour les portées de 30 à 130m

- 15% des OA du réseau routier de l'Etat
- Technique très rentable (~2500 €/m² tablier)
- Mise en œuvre rapide et maîtrisée par les entreprises

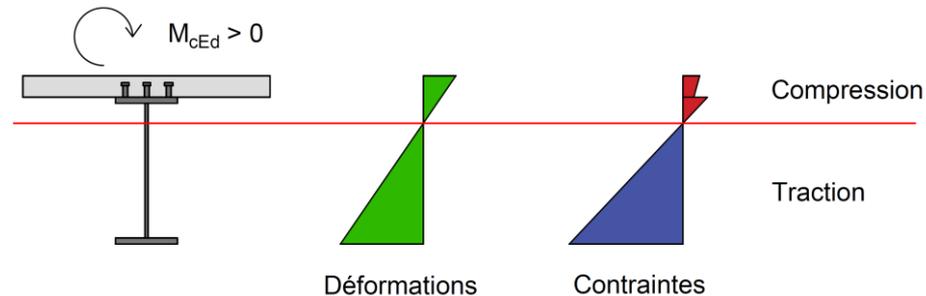


LES BIPOUTRES MIXTES ACIER-BÉTON

Le principe est d'associer les matériaux pour qu'ils fonctionnent ensemble

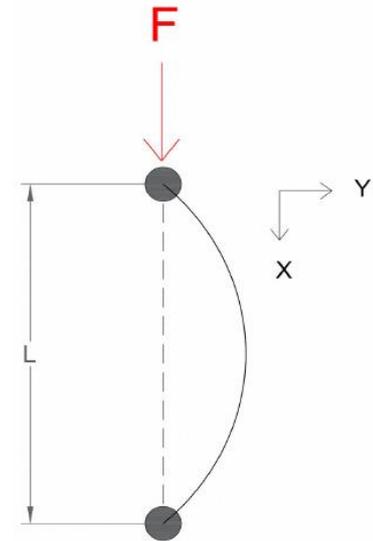


- Le béton est résistance en compression, faible en traction (il fissure)
- L'acier est très résistant en traction (ductile), instable en compression

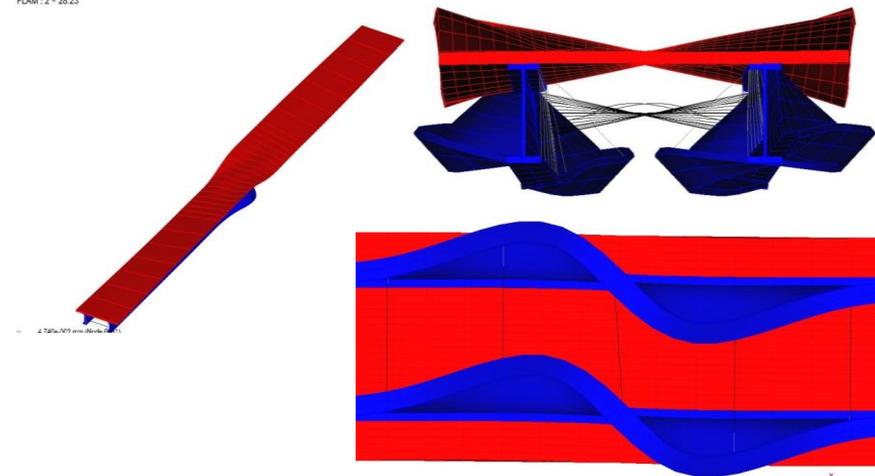


LES INSTABILITÉS DES POUTRES MÉTALLIQUES

Les poutres métalliques « flambent » quand elles sont comprimées, comme une règle en plastique que l'on comprime



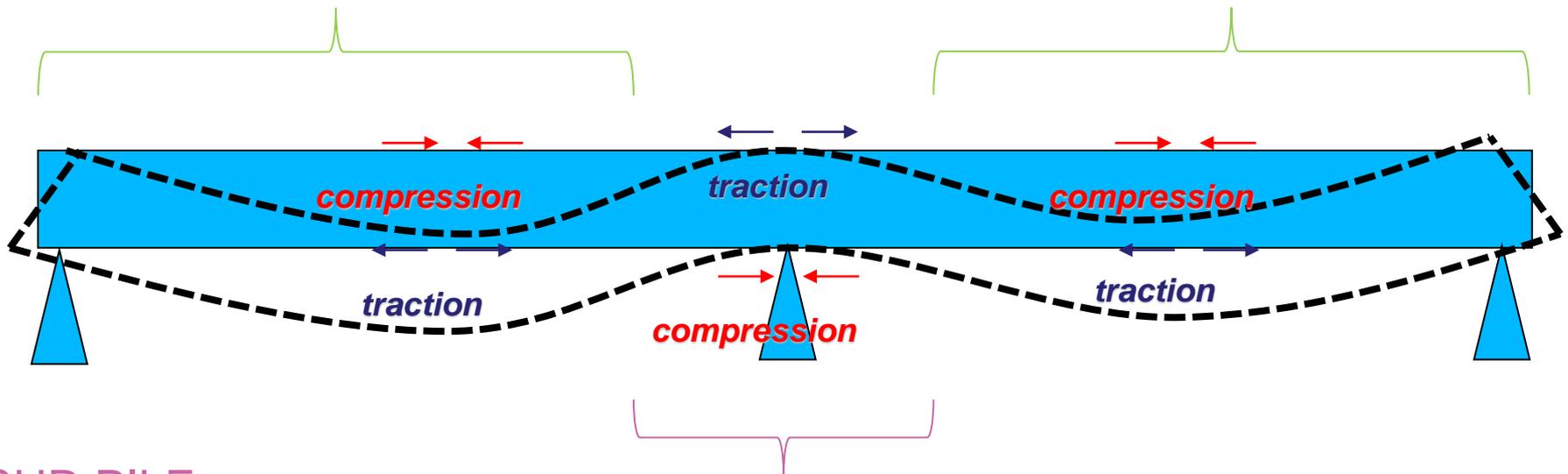
FLAM : 2 = 28.23



LES BIPOUTRES MIXTES ACIER-BÉTON

EN TRAVÉE :

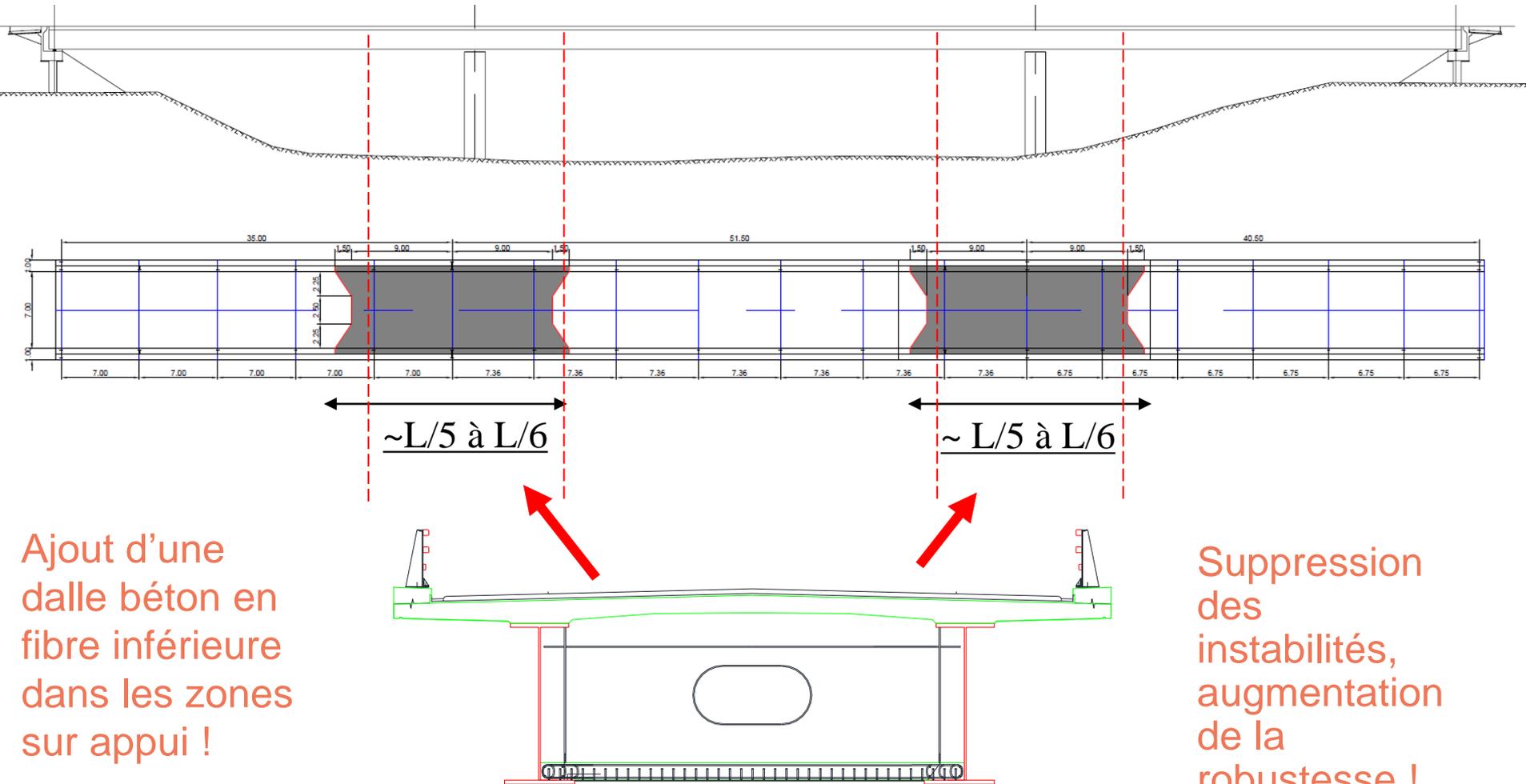
- Fonctionnement **très robuste** avec utilisation optimale des matériaux : utilisation de la ductilité, possibilité de redistribuer les efforts et grande réserve de résistance



SUR PILE :

- Fonctionnement **moins robuste** (béton tendu et nécessité d'épaissir les poutres en acier). Pas d'utilisation de la ductilité des matériaux ni de possibilité de redistribuer les efforts, en général pas de réserve de résistance. Pas de redondance des poutres

PRINCIPE DE LA DOUBLE ACTION MIXTE



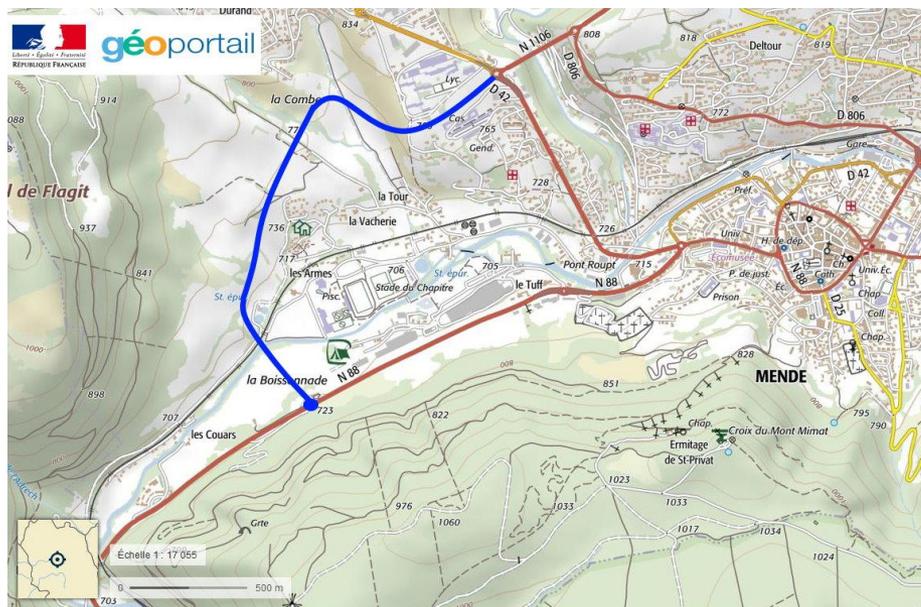
Ajout d'une dalle béton en fibre inférieure dans les zones sur appui !

Suppression des instabilités, augmentation de la robustesse !

LE VIADUC DU LOT

Franchissement de la vallée du Lot à Mende (48)

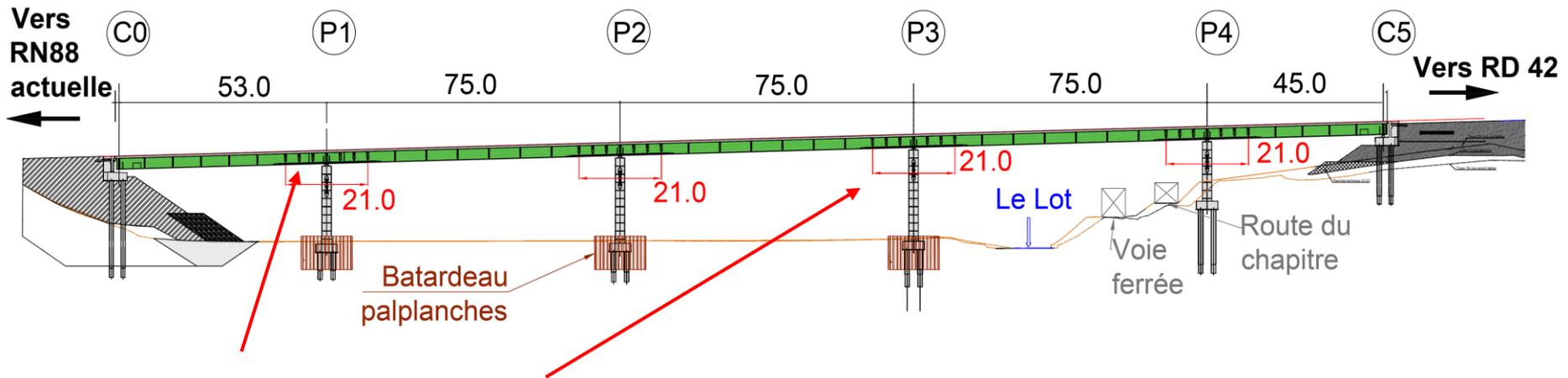
- Contournement de Mende par une voie nouvelle
- Ouvrage d'art non courant de + de 300m
- Relativement peu de contraintes d'exploitation
- La DREAL Occitanie a confié le projet au Cerema qui a conçu le premier pont routier à double action mixte en France



Données cartographiques : © Planet Observer



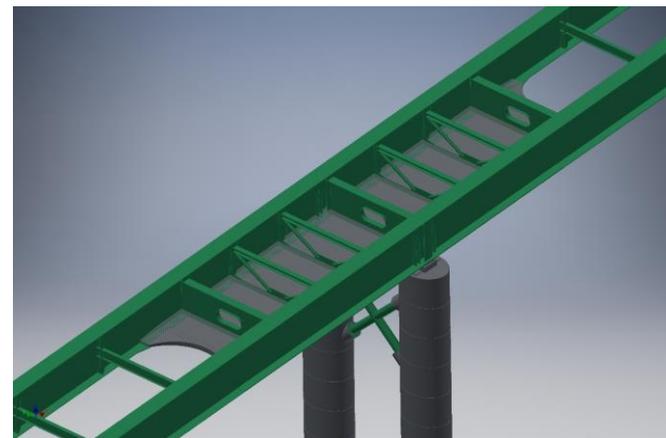
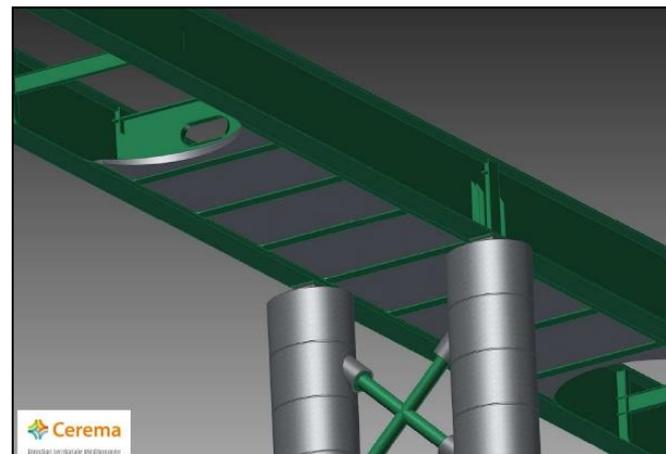
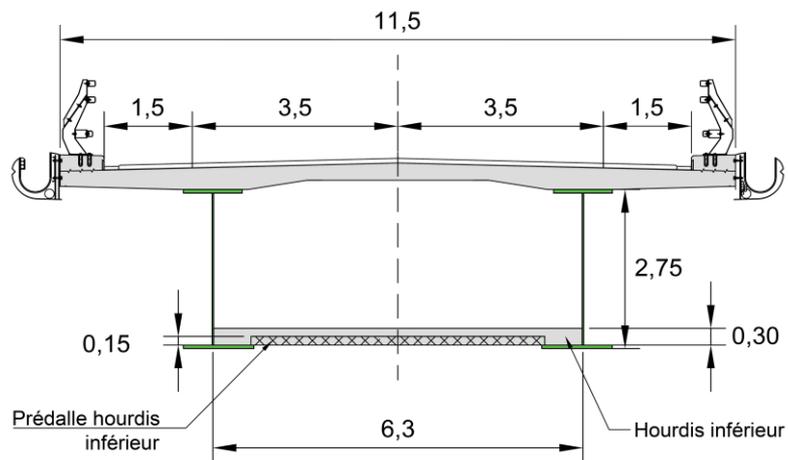
LE VIADUC DU LOT



Présence du hourdis inf

LE VIADUC DU LOT

Mise en œuvre du hourdis inférieur entre les poutres et raidissage



LE VIADUC DU LOT : GAIN DE ROBUSTESSE DANS LES ZONES SUR PILES SANS SURCOUT

Grace au hourdis inférieur, les zones sur piles deviennent ductiles

- Les semelles inférieures, comprimées, sont maintenues par la dalle inférieure
-> suppression des instabilités et augmentation de la résistance des sections

- Les zones sur piles deviennent *ductiles* : les matériaux peuvent plastifier et redistribuer les efforts en cas d'affaiblissement de la résistance et offrir plus de résilience
- Grace à l'augmentation de la résistance, on peut diminuer les épaisseurs des poutres métalliques

-> allègement de la charpente métallique compense le coût du béton supplémentaire

-> A Coût équivalent augmentation significative de la robustesse

Poste	Coût HT de la solution classique	Coût HT de la solution DAM	Ecart relatif	
Charpente métallique	2 491 875 €	2 295 750 €	-7,9%	- Optimisation de la répartition matière + Augmentation de l'entretoisement
Génie civil (hors fondations)	2 665 310 €	2 896 310 €	8,7%	+ Ajout de la dalle béton inférieure
Total	9 936 530 €	9 989 360 €	0,5%	

LE VIADUC DU LOT : GAIN DE RÉSISTANCE ET DE DURABILITÉ

Grace au hourdis inférieur, on répartit mieux les efforts entre les poutres

- Meilleure répartition des efforts entre les deux poutres que pour un pont mixte simple, y compris dans les zones où il n'y a pas de dalle inf

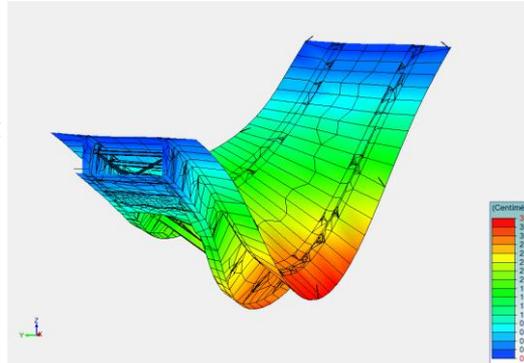
-> charge limite plus importante que pour un pont mixte classique

-> si diminution de la résistance d'une poutre, la dalle inférieure sollicite la seconde poutre

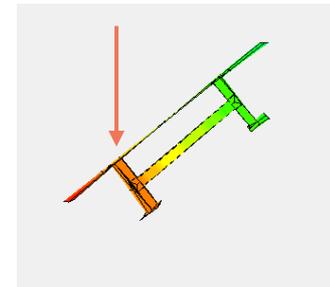
- Sous le passage répété de camions, l'acier peut fissurer, c'est le phénomène de fatigue

-> en répartissant les efforts entre les deux poutres, le tablier peut supporter davantage de cycles, et donc une plus grande durée de vie

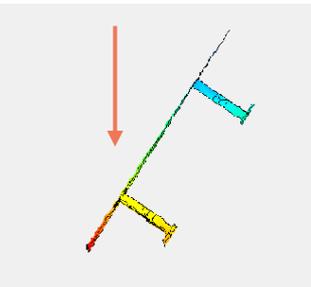
- Comportement vérifié lors des épreuves de chargement par instrumentation



Bipoutre DAM



Bipoutre classique



DOUBLE ACTION MIXTE

La double action mixte :

- Est une adaptation du bipoutre mixte, type d'ouvrage rentable
- Permet de supprimer les instabilités sur pile et donc de profiter de la réserve de ductilité des sections
- > **augmentation de la robustesse**
- Permet de mieux répartir les efforts entre les deux poutres
- > **augmentation de la résistance, de la robustesse et de la durée de vie**
- Augmente légèrement la complexité de la mise en œuvre
- **Présente un coût équivalent à la solution classique**
- Diminution de l'impact carbone à la construction



La double action mixte : l'exemple du viaduc du Lot

LA DOUBLE ACTION MIXTE EN FRANCE ET DANS LE MONDE

En France :

- Trois ouvrages SNCF réalisés sur la LGV Bretagne – Pays de la Loire
 - Viaduc du Vicoin
 - Viaduc du Quartier
 - Viaduc de la Courbe
- Le viaduc du Lot premier pont DAM routier !
- Renforcement de l'OA 242 à Colmar par double action mixte pour le passage de convois exceptionnels



A l'étranger :

- Plusieurs ouvrages routiers et ferroviaires construits en Espagne
- Technique relativement peu répandue

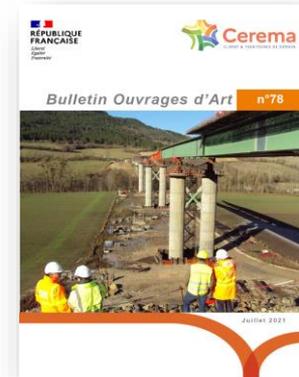
POUR ALLER PLUS LOIN

Articles techniques sur le viaduc du Lot :

- [Article Bulletin Ouvrage d'Art n°78](#)
- [Article TRAVAUX n°972](#)
- [Webinaire AFGC sur le viaduc du Lot](#)
- [Article Construction Moderne](#)

Sites web :

- [Cerema](#)
- [DREAL Occitanie](#)
- [DIR Méditerranée](#)
- [Structurae](#)



La double action mixte : l'exemple du viaduc du Lot

Merci de votre attention

Clément AMOURETTE
Responsable d'études OA
clement.amourette@cerema.fr

