

WEBINAIRE AFGC SUR LE VIADUC DU LOT

LA DOUBLE ACTION MIXTE : PRINCIPE, FONCTIONNEMENT ET INTÉRÊTS

30 juin 2021

LES BIPOUTRES MIXTES ACIER-BÉTON

Ouvrages très rentables dans les gammes de portées 30 à 130m (~ 2 à $2,5\text{k€}/\text{m}^2$)

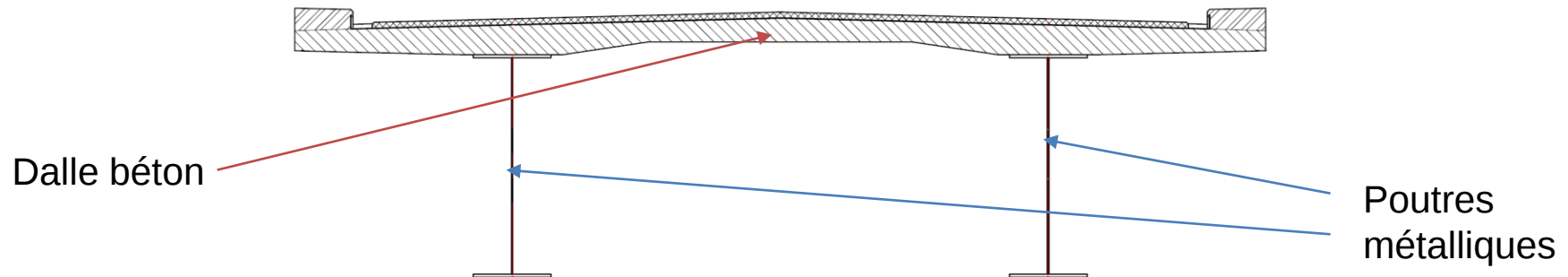
Ouvrages devenus presque « courants » : 15% du RNNC (en surface)

Technique chantier et conception maîtrisées par les entreprises

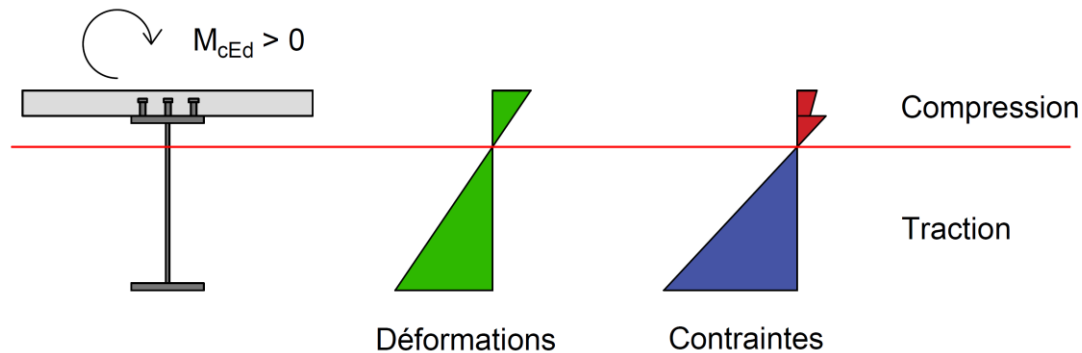


LES BIPOUTRES MIXTES ACIER-BÉTON

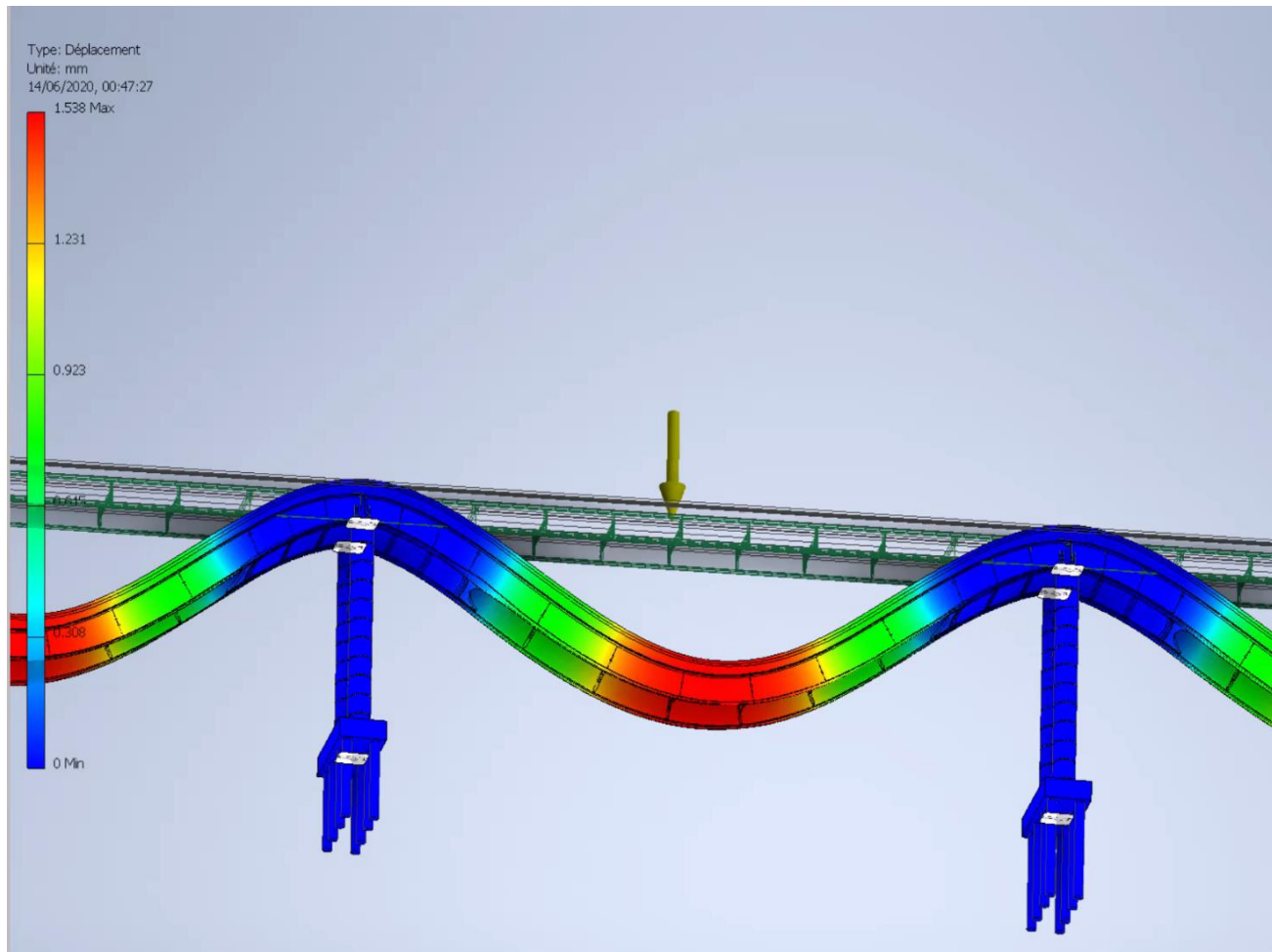
Bipoutres : deux poutres en acier connectées avec une dalle béton supérieure



Principe de la mixité : faire travailler les matériaux béton et acier ensemble



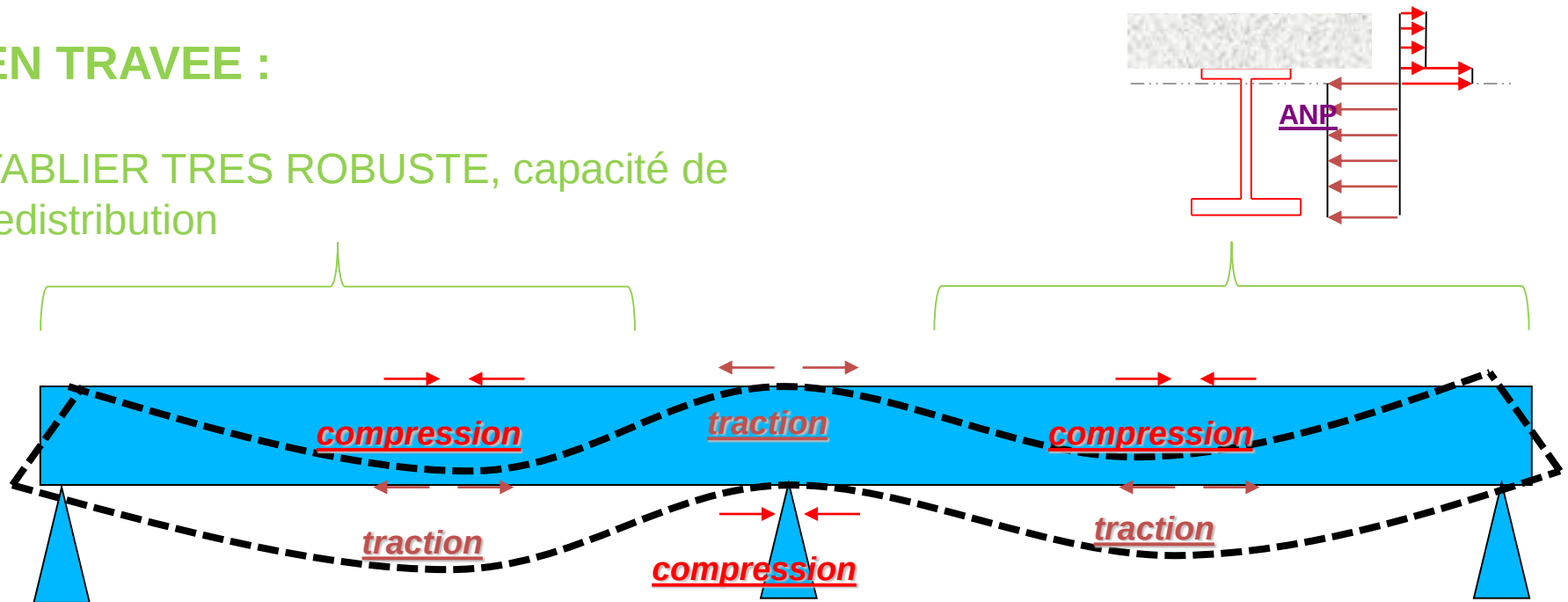
FONCTIONNEMENT MÉCANIQUE D'UN BIPOUTRE



PRINCIPE DE RUINE D'UN BIPOUTRE

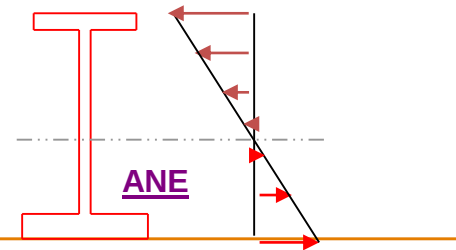
EN TRAVEE :

TABLIER TRES ROBUSTE, capacité de redistribution

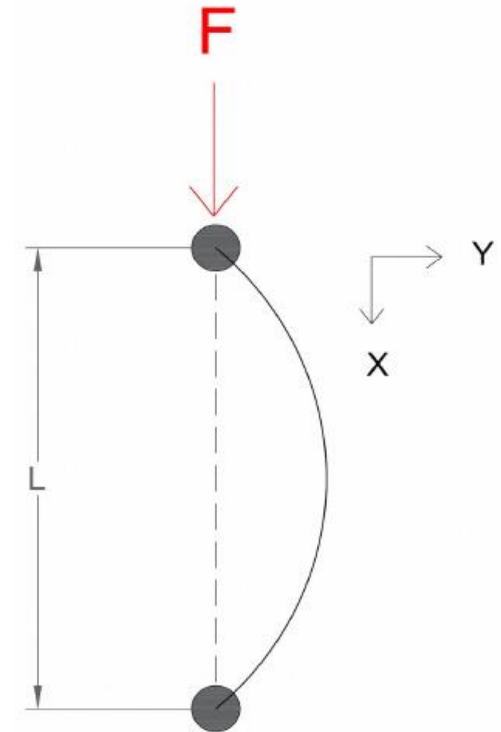


SUR PILE :

TABLIER PEU ROBUSTE, risque d'instabilité, pas de redistribution



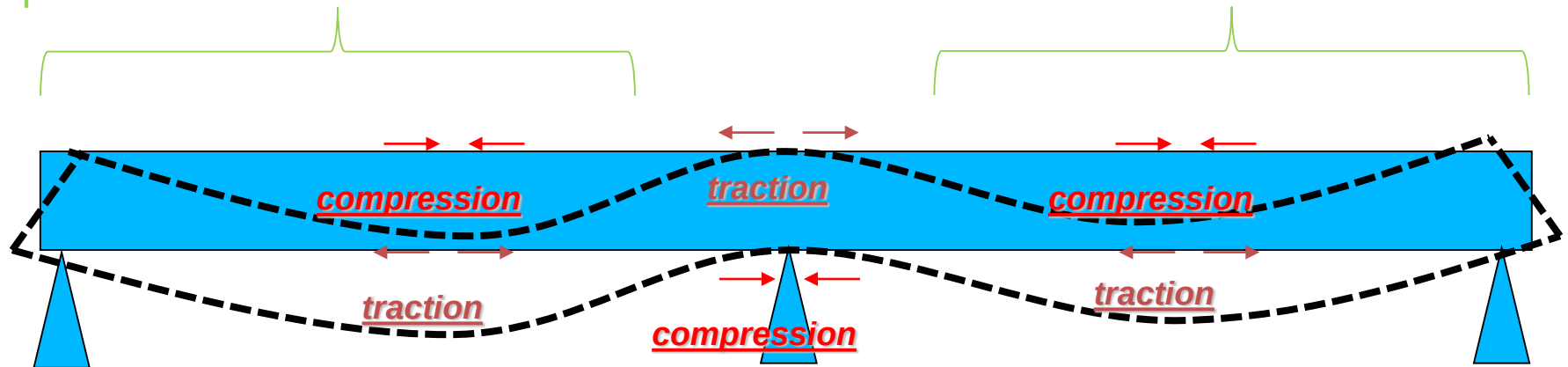
PRINCIPE DE RUINE D'UN BIPOUTRE LE FLAMBEMENT



PRINCIPE DE RUINE D'UN BIPOUTRE

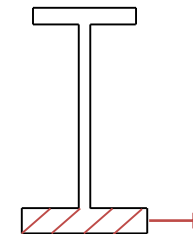
EN TRAVEE :

Semelle supérieure comprimée mais attachée au béton supérieur



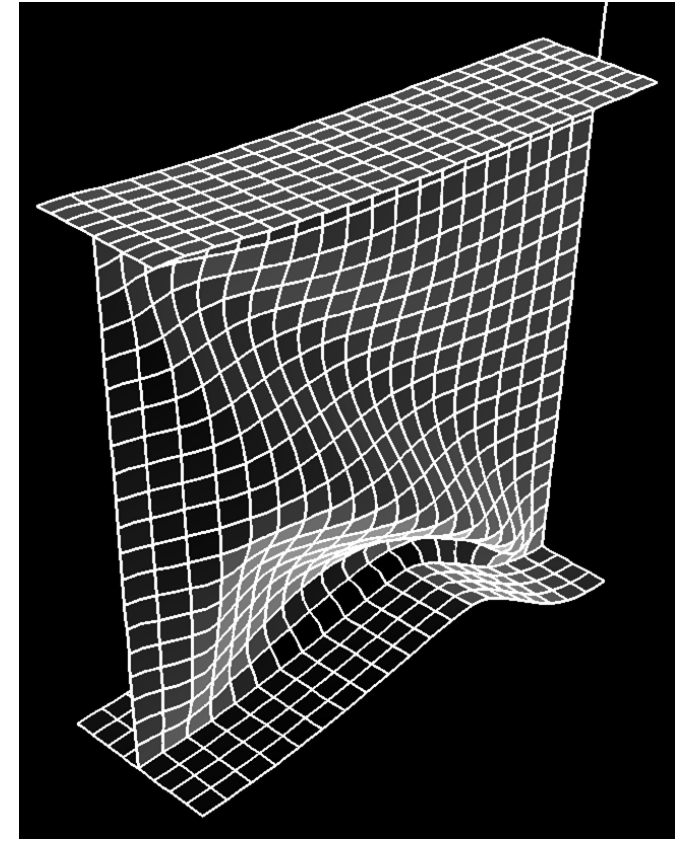
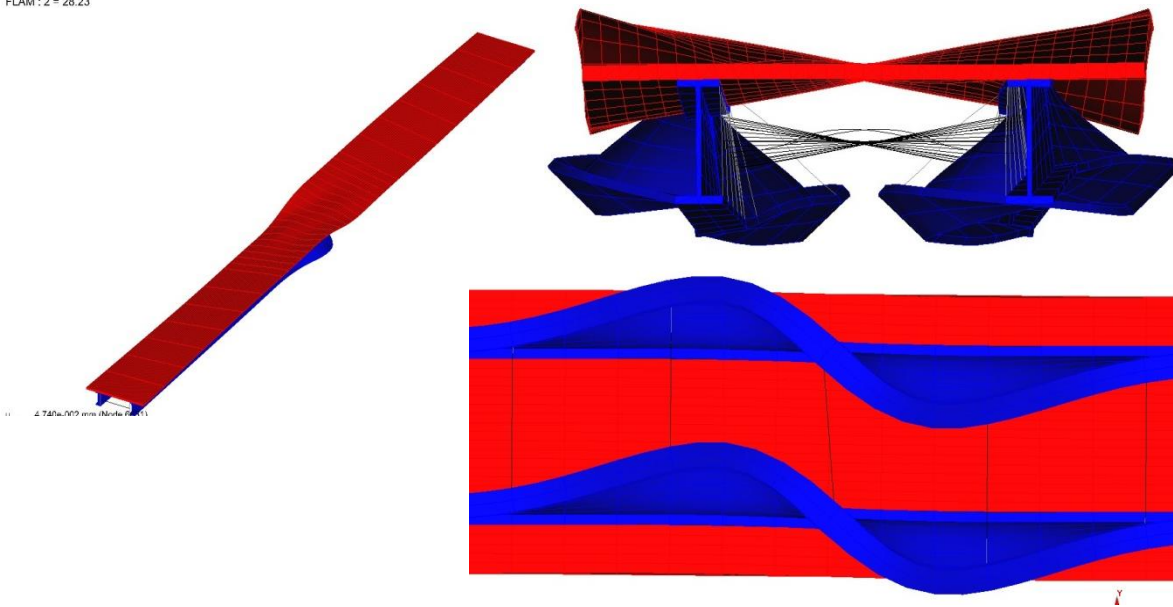
SUR PILE :

semelle inf fortement comprimée -> risque d'instabilité



PRINCIPE DE RUINE D'UN BIPOUTRE

FLAM : 2 = 28.23



« Déversement » : instabilité globale

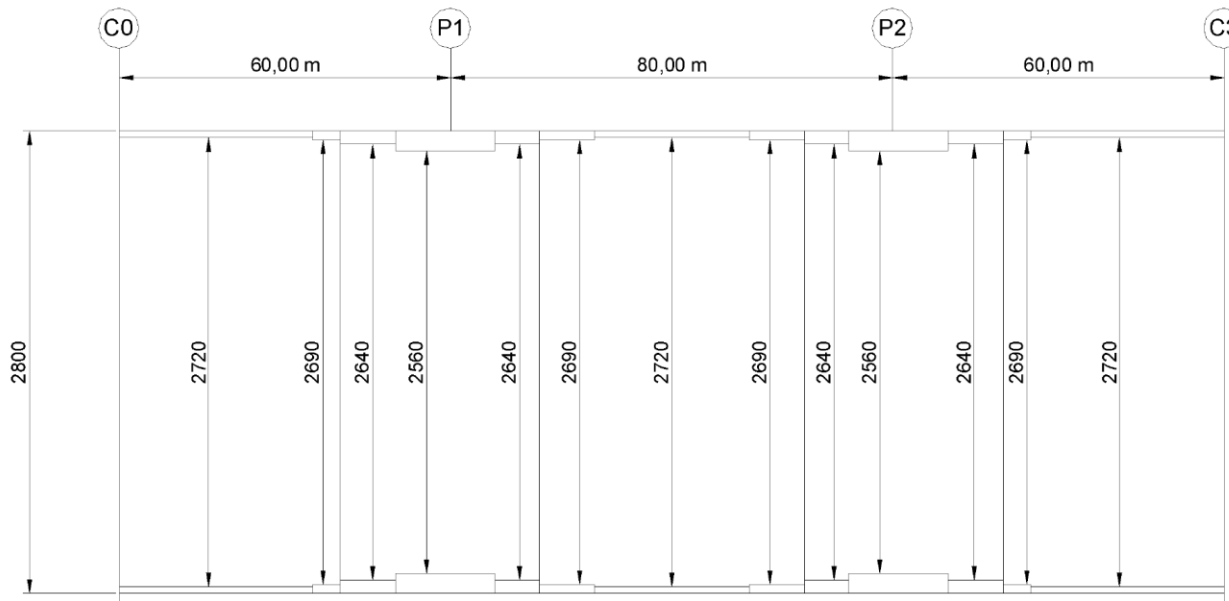
Flambement semelle dans l'âme :
Instabilité locale (classe 4)

PRINCIPE DE RUINE D'UN BIPOUTRE

Pour remédier au risque d'instabilité dans les zones sur pile, on ajoute habituellement de l'acier en épaississant les poutres.

Deux désavantages :

1. On ne peut pas exploiter la ductilité des matériaux
2. Plus une tôle est épaisse, moins elle est résistante

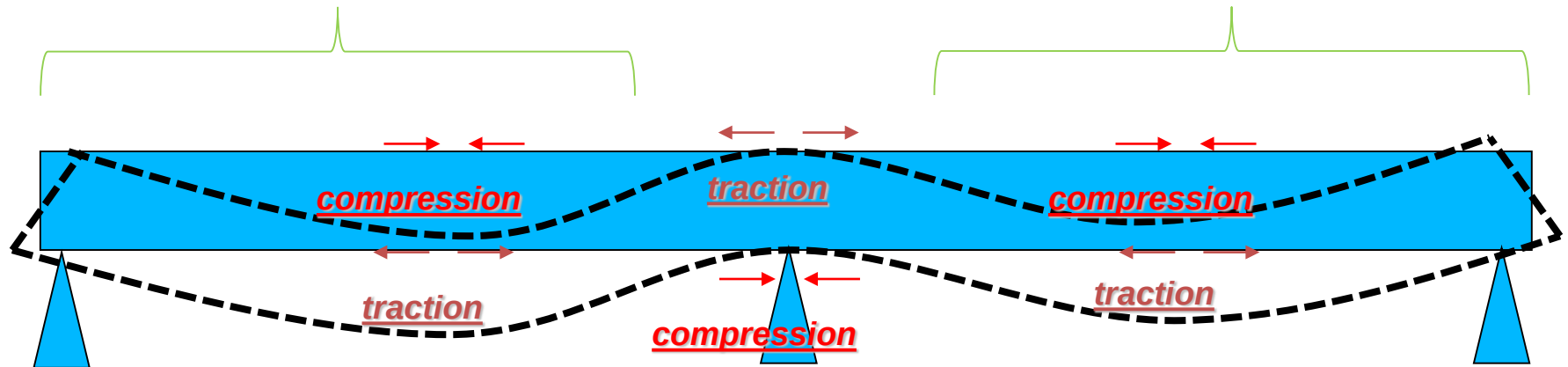


t (mm)	≤ 16	>16 ≤ 40	>40 ≤ 63	>63 ≤ 80	>80 ≤ 100	>100 ≤ 150
f_y	355	345	335	325	315 ^(*)	295 ^(*)
f_u	470	470	470	470	470	450

PRINCIPE DE RUINE D'UN BIPOUTRE

EN TRAVEE :

Fonctionnement très robuste avec utilisation optimale des matériaux : utilisation de la ductilité et possibilité de redistribuer les efforts

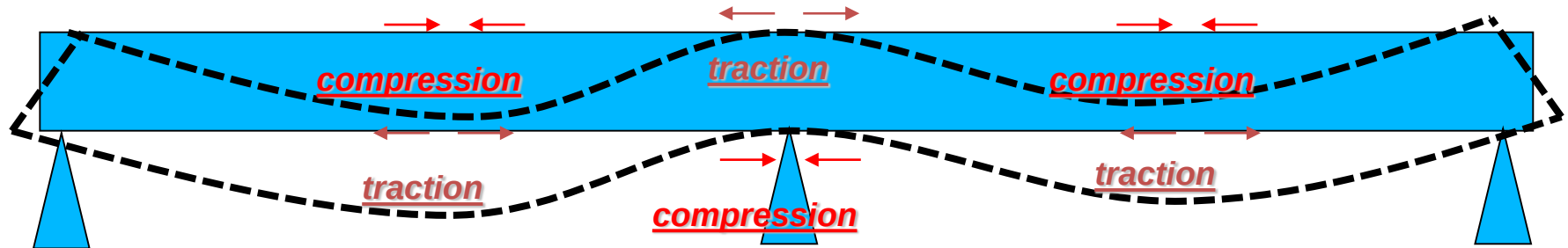


SUR PILE :

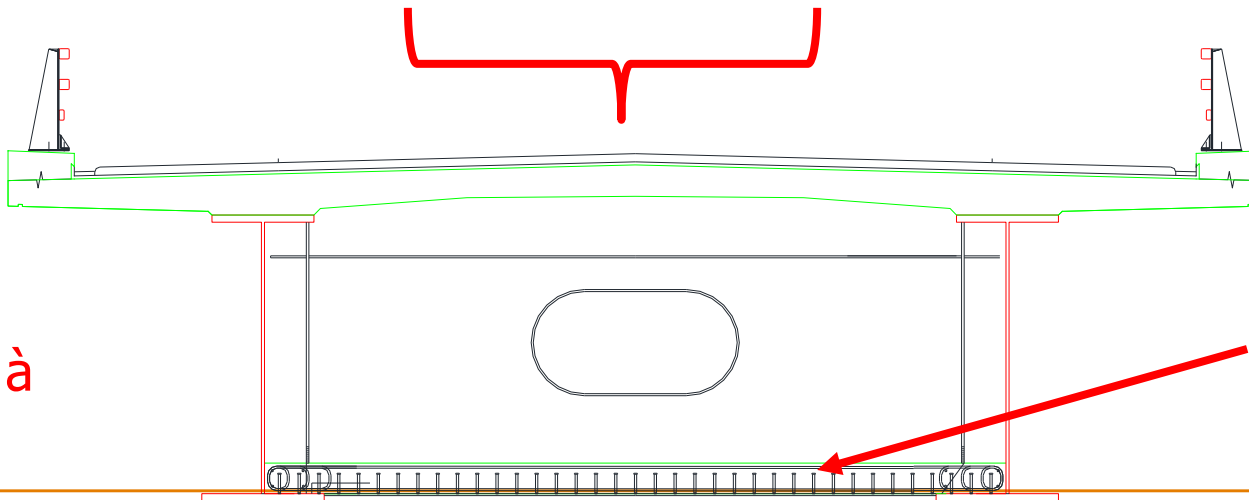
Fonctionnement moins robuste (béton tendu et nécessité d'épaissir les poutres en acier). Pas d'utilisation de la ductilité des matériaux ni de possibilité de redistribuer les efforts

Double action mixte : principe général

Mise en œuvre d'un hourdis béton en fibre inférieure connecté dans les zones sur pile



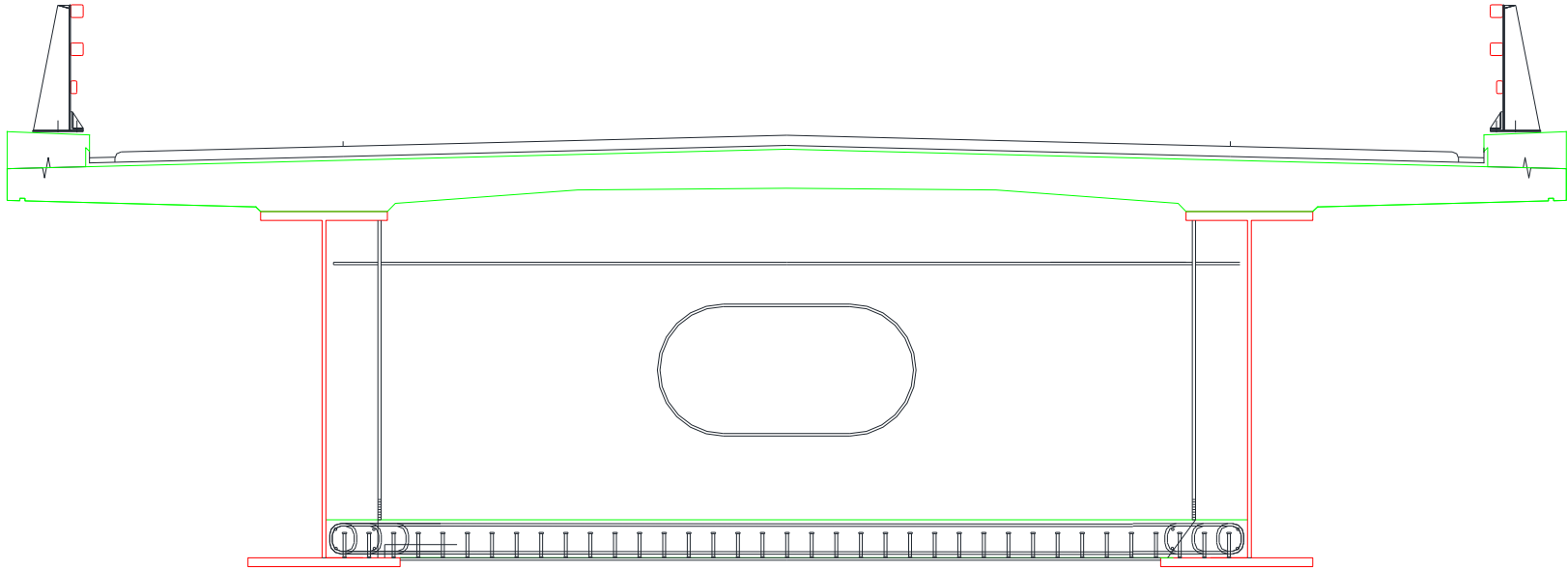
Semelle inférieure comprimée donc sujette à instabilité



Ajout d'un hourdis inférieur connecté pour la stabiliser

Technical drawing of a bridge deck cross-section showing two spans. The drawing includes dimensions for the spans (35.00 and 40.50), deck width (7.00), and reinforcement details (e.g., 2.25, 2.30, 2.35). The spans are labeled $\sim L/5$ à $L/6$. The drawing also shows the bridge structure on piers and the surrounding terrain.

Double action mixte : principe général



Hourdis inférieur connecté donc:

- Participe à la reprise des efforts
- Empêche le flambement de la semelle inférieure
- Induit une part de fonctionnement de type « caisson »
- **Ruine plastique (robustesse sur pile) élimination des instabilités**

Double action mixte : intérêts

Augmentation de la résistance de la section (inertie) + effet caisson

-> Diminution des contraintes dans la section

Entretoisement très rigide (continu) qui annule le risque d'instabilité globale (flambement de la semelle inférieure)

-> Plus de risque d'instabilité

La connexion entre la dalle inférieure et la semelle inférieure empêche l'instabilité locale

-> le mode de ruine devient plastique (avec une réserve de résistance due à la capacité de redistribution)

-> Augmentation très importante de la robustesse

Double action mixte : Bilan

L'augmentation de la résistance permet d'optimiser les sections et de compenser le coût de l'ajout de béton

Coût

- Dalle inférieure en béton (+béton)
- Augmentation de l'entretoisement en zone DAM (+acier)

Gain

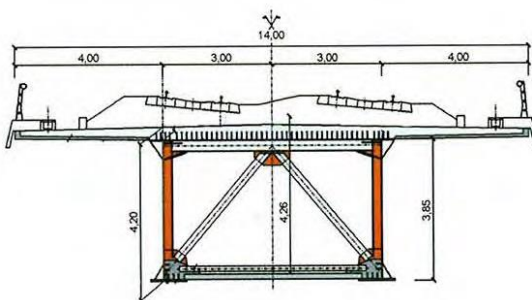
- Optimisation de la répartition matière (- acier)

-> A coût équivalent, augmentation de la robustesse de l'ouvrage (réserve de résistance suite à un défaut non prévus (fissure de fatigue, choc etc) car les zones sur piles peuvent redistribuer les efforts (comme en travée)
+ meilleure répartition des efforts entre les poutres (effet caisson)

Exemples de ponts à double action mixte

A l'étranger :

- Quelques ouvrages routiers en Espagne (Bexti-Borriol à Castellon et Rajadell à Manrese)
- Viaduc de Las Piedras sur la LGV Cordoba-Malaga en Espagne



Exemples de ponts à double action mixte

En France :

- Trois ponts ferroviaires sur la LGV Bretagne – Pays de la Loire (présentés dans ce webinaire)
- Aucun pont routier
- Technique étudiée dans le cadre du projet national de recherche MIKTI sur le thème de l'amélioration des bipoutres
- L'utilisation du principe de double action mixte diffère selon les ouvrages routiers et ferroviaires (objectifs de conception différents)

-> le viaduc du Lot est le premier ouvrage routier à double action mixte réalisé en France



Merci de votre attention

Pour plus d'informations :

Clément AMOURETTE
clement.amourette@cerema.fr