

# Élargissement d'un Psidn (AU52)

## Création d'une 4<sup>e</sup> voie sur l'A31 à Richemont

Hervé Marneffe, Fabien Renaudin, Pierre Corfdir

### L'élargissement de l'A31 à Richemont

L'autoroute A31 est l'axe routier sud-nord structurant du sillon mosellan. Construite à la fin des années 60, elle relie Nancy, Metz et le Luxembourg. Au nord de Metz, l'A31 se scinde en deux, une branche dessert le Luxembourg, l'autre Longwy (A30) (figure 1).

Cette bifurcation pose problème, car sa configuration est mauvaise: elle s'opère sur seulement 400 m (figure 2 actuel) et la conception initiale favorise le flux vers Longwy, alors que les 2/3 du trafic continuent vers le Luxembourg. D'autres éléments, comme la mauvaise perception visuelle de la divergence, concourent à la dangerosité des échanges.

Un réaménagement de cette bifurcation a donc été conçu et inscrit au contrat de plan pour offrir deux voies de desserte vers le Luxembourg avec une longueur d'entrecroisement suffisante ( $\approx 1000$  m).

Les contraintes de cet aménagement sont nombreuses : L'exploitation de l'A31, les constructions avoisinantes (un Oxydure Air Liquide, une conduite d'eau, des lignes électriques Ht nombreuses), les champs d'inondation de l'Orne et de la Moselle.

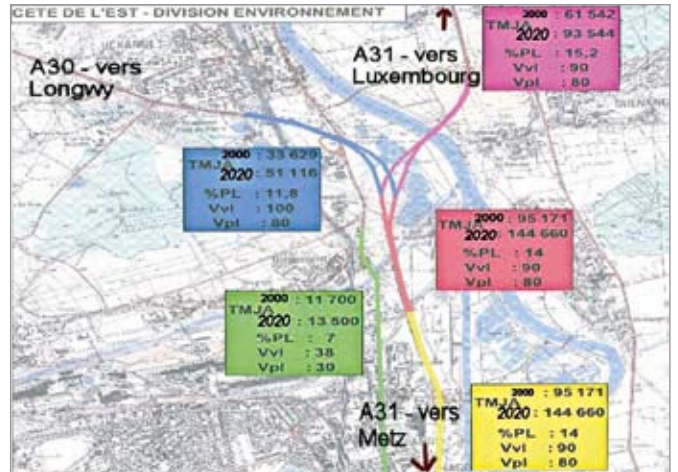


Figure 1 : plan de situation - Source : CETE de l'Est

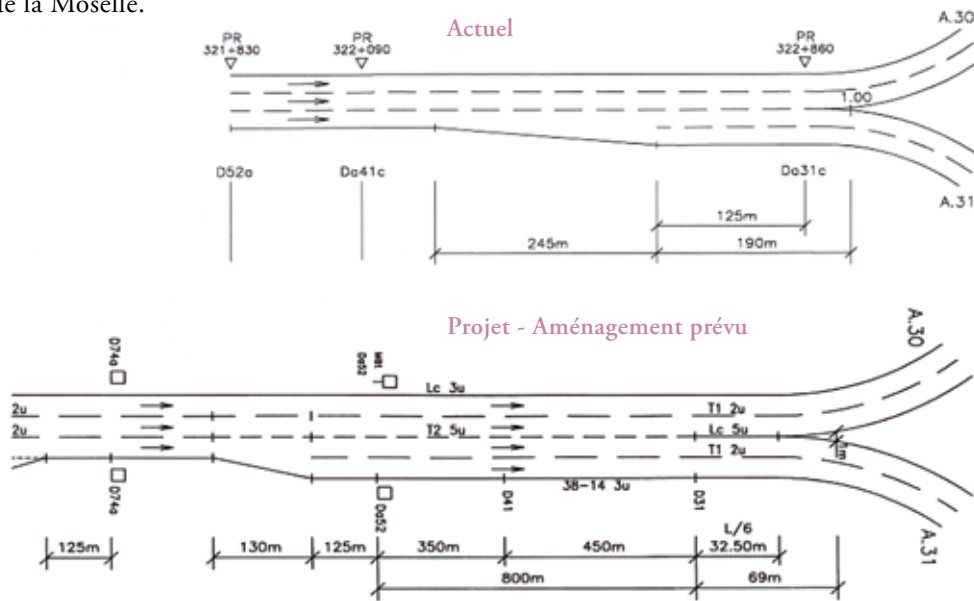


Figure 2 - Source : CETE de l'Est

## Les ponts à élargir

Trois passages inférieurs en cadre fermé (PICF) et un passage inférieur en dalle nervurée (PIDN) de 90 m de long sont à élargir. Pour les 3 PICF (les AU51, AU53, AU54), des ouvrages à murs en retour suspendus, l'élargissement sera un PICF de même géométrie.

La liaison entre le cadre rajouté et le cadre existant est faite par des aciers scellés reprenant le ferrailage transversal tant dans les piédroits que dans la traverse supérieure.



Photo 1 : PICF type, ici « AU51 » (portée 7,40 m ; un des ouvrages de décharge hydraulique de cette zone inondable) – Source : Hervé Marneffe (CETE de l'Est)

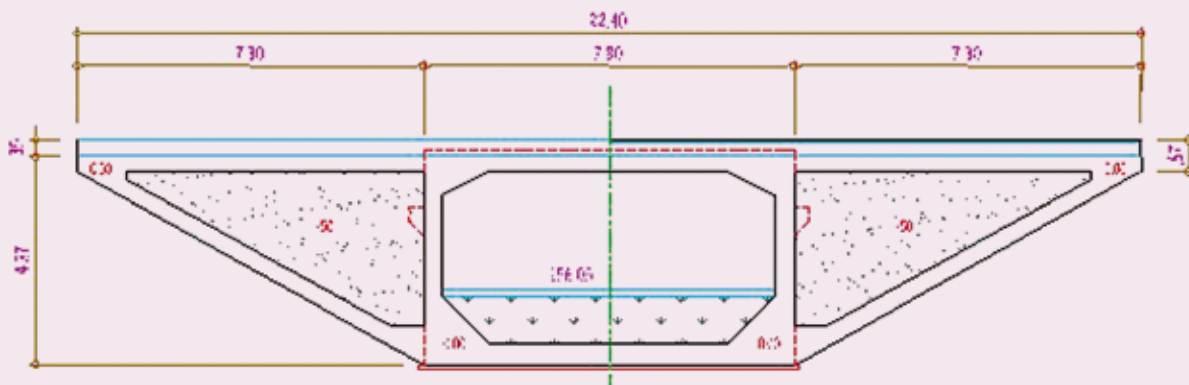


Figure 3 : AU51, coupe longitudinale – Source : CETE de l'Est

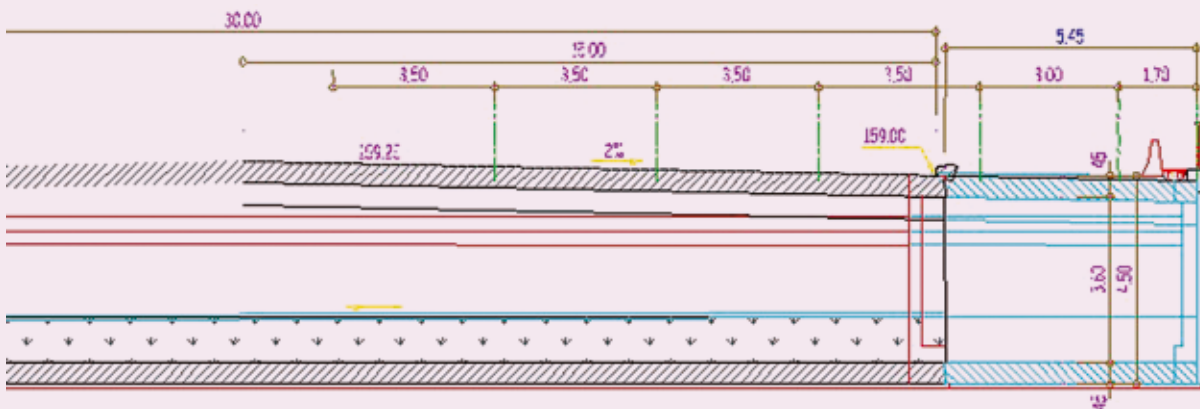


Figure 4 : AU51, coupe transversale avec élargissement – Source : CETE de l'Est

L'ouvrage principal (photo 2) est un PIDN « AU52 » qui franchit l'Orne avec les caractéristiques suivantes :

- biais de 60,33 grd,
- 5 travées : 15,80 m, 19,80 m, 19,80 m, 19,80 m et 15,80 m.

L'élargissement nécessaire est de 6,50 m pour porter une voie nouvelle et la BAU.

Comme l'ouvrage actuel est précontraint longitudinalement mais aussi transversalement, les points les plus délicats sont le choix de la structure porteuse de l'élargissement et la conception de sa liaison à l'existant.

La bibliographie française est peu nombreuse sur le sujet :

- [1] Bulletin de liaison du CTOA n°33 décembre 99 « traitement d'un joint longitudinal » de M. Fragnet et Y. Meuric
- [2] Guide Sétra « élargissement des ponts en maçonnerie »
- [3] Dossier ODE77 (sous dossier 6) du Sétra (fiches d'ouvrages divers et élargissements)
- [4] Fiche technique interne Sétra « élargissement des structures - méthodologie » 2002 de J.M. Lacombe

Voici sur les plans et schémas qui suivent (figures 5 et 6), l'élargissement envisagé, dessiné avec une structure porteuse de type PsIDP (en 1<sup>re</sup> approche).



Photo 2 : PIDN « AU52 » – Source : Hervé Marneffe (CETE de l'Est)



Figure 5 : AU52, PIDN, Coupe longitudinale – Source : CETE de l'Est

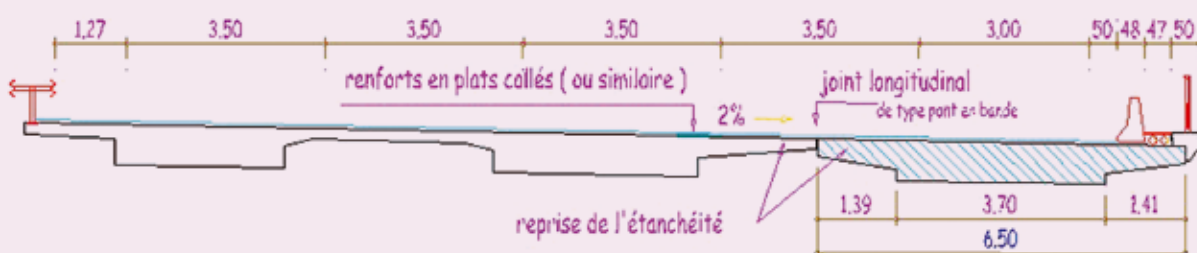


Figure 6 : AU52, PIDN, Coupe transversale avec élargissement (élargissement PIDP supposé au départ) – Source : CETE de l'Est

## Les solutions du PoA pour le PIDN « AU52 »

Suite à l'étude préliminaire, deux solutions ont été étudiées au projet, l'une où l'élargissement est simplement accolé à l'ouvrage existant, l'autre où l'élargissement est liaisonné.

### Choix du tablier

Dans les deux options, l'objectif était d'avoir une structure porteuse de même élanement pour des raisons esthétiques et de respect de gabarit sous l'ouvrage, et surtout d'avoir une structure qui présente peu de déformations différées pour limiter les déformations ou les efforts différentiels entre les deux tabliers.

Notre choix s'est porté sur un pont à poutrelles enrobées qui est bien adapté à la gamme de portée (20 m) rencontrée.

### La solution « OA accolés »

Cette solution (figure 7) demande le renfort de l'encorbellement existant par des nervures (25 cm de large, 34 cm en pied, 17 cm en extrémité, espacement 1 m), avec des problèmes particuliers au niveau de l'angle aigu. Dans cette zone, l'emploi de TFC est nécessaire en extrados, ce qui pose des problèmes, comme la protection thermique des TFC vis-à-vis des enrobés mis à chaud.

Par ailleurs, la mise en place d'un joint longitudinal apparaît délicate [1]. Les calculs de la flèche différentielle entre les deux ouvrages donnent :

$\Delta H$  joint = 12 mm (pour 1 camion en cours de rabattement sur la VI),

$\Delta H$  joint maxi = 20 mm.

Ces valeurs n'autorisent pas un joint en revêtement amélioré (qui admet 5 à 8 mm maxi) et le joint à hiatus est à éviter pour la sécurité des 2 roues ; seul le joint pont en bande est envisageable, mais son entretien sur 90 m de long et son éventuel remplacement en milieu d'une voie lente autoroutière sont bien complexes.

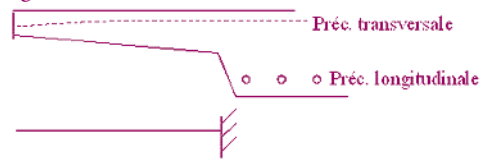
Cette solution n'a pas été retenue.

### La solution « OA liaisonnés », retenue

La précontrainte transversale passe dans le haut de la section d'encastrement pour permettre la résistance de l'encorbellement et s'ancre en bord de dalle à mi-épaisseur du hourdis (figure 8, configuration n°1).

Une simple liaison de l'extrémité de l'encorbellement dans l'ouvrage d'élargissement (figure 8, configuration n°2) induirait des efforts de traction en fibre inférieure à l'encastrement de l'encorbellement dans la nervure existante qu'il serait difficile de reprendre.

Configuration n°1



Configuration n°2

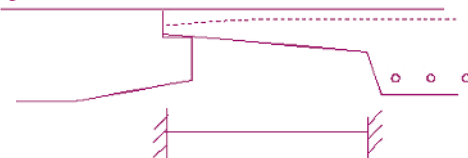


Figure 8 – Source : CETE de l'Est

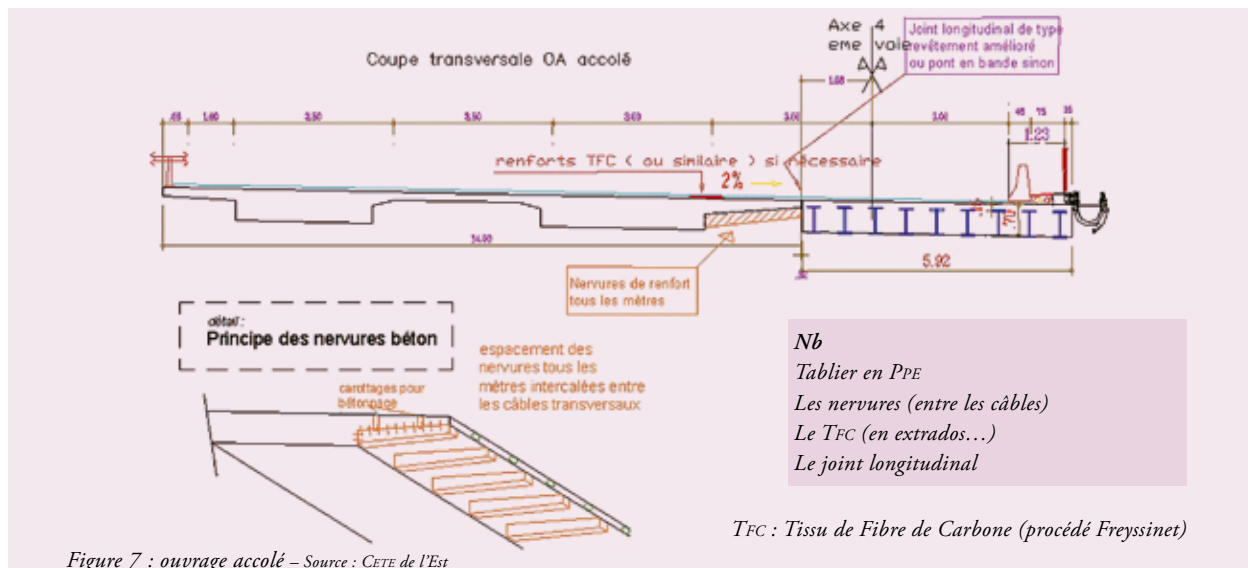


Figure 7 : ouvrage accolé – Source : CETE de l'Est

On en vient à concevoir de lier l'élargissement, un pont à poutrelle enrobée, à l'existant une dalle à deux nervures, grâce à un élément en béton armé qui transforme l'encorbellement en dalle de pleine épaisseur. La zone de jonction devient alors une section pleine :

- la section S1 (figure 9) à l'encastrement de l'encorbellement existant est aidée en sous-face, quand elle fonctionne en moment positif en flexion transversale, par des lanières en fibre de carbone ;
- la section S2 (figure 9) à la jonction entre le PPE et l'ouvrage existant est calculée en section de béton armé avec des U ;
- les sections intermédiaires sont vérifiées en fourchette en tenant compte d'une part de la précontrainte de l'encorbellement existant et d'autre part de la partie rajoutée béton armé.

La partie coulée est couturée en sous-face à l'encorbellement existant par un ensemble d'aciers scellés, et, entre deux têtes d'ancrage de la précontrainte transversale, un redan est prévu pour permettre une bonne couture avec l'ouvrage existant (figure 10).

## L'appel d'offres

L'offre retenue a été celle de Demathieu et Bard + Tsv pour un montant de 1 912 607 € TTC avec un délai d'exécution de 10,5 mois (+ 2,5 mois de préparation). La principale contrainte imposée au marché du fait de l'exploitation autoroutière était que l'entreprise ne disposait que de 48 h de coupure de circulation pour le bétonnage-durcissement de l'encorbellement négatif dont 30 h de durcissement imposé avant remise en circulation. La pose des renforts en fibre de carbone ne pouvant ensuite intervenir qu'après un délai de séchage du béton, le trafic a dû être limité sur l'ouvrage (nombre et position des voies) pendant cette période ■

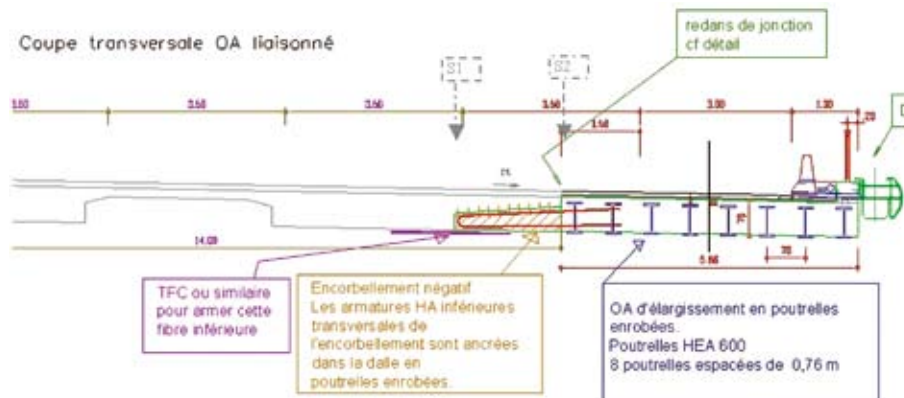


Figure 9 : ouvrage liaisonné – Source : CETE de l'Est

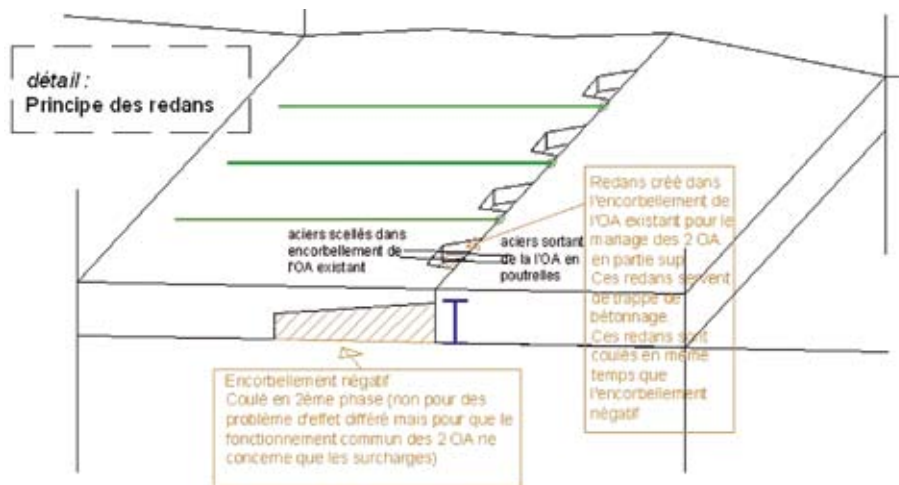


Figure 10 : principe des redans – Source : CETE de l'Est

## Les travaux de l'élargissement AU52 en photos



Photo 3 : les scellements en plafond de liaison de l'encorbellement négatif à l'encorbellement positif existant (Avec des zones difficiles d'accès au niveau des sommiers des culées existantes)

Source : Hervé Marneffe (CETE de l'Est)



Photo 5 : l'encorbellement négatif étant coulé « en aveugle », un plot de convenance a été conçu, permettant de valider la formulation du béton spécifique, sa bonne mise en œuvre et sa prise

– Source : Hervé Marneffe (CETE de l'Est)



Photo 4 : le ferrailage de l'encorbellement négatif

Source : Hervé Marneffe (CETE de l'Est)



Photo 6 : pose des lamelles de fibre de carbone. Les conditions météo et hydriques n'étant pas bonnes (travaux effectués en hiver et ouvrage situé au-dessus d'une rivière) l'entreprise a travaillé dans « un tunnel » avec chauffage, tant pour le séchage de la résine que préalablement pour la mise en température du béton, plusieurs heures avant toute pose) – Source : Hervé Marneffe (CETE de l'Est)

## Les intervenants

**Conception** : SIR-OA de Metz et DOA du CETE de l'Est

**Entreprises** : Groupement Demathieu et Bard ; Tsv (pour le vérinage, les appareils d'appuis, les lanières en fibre de carbone) ; (Sous traitant palplanches, fondation : DURMEYER)

**Maître d'œuvre** : SIR-OA de Metz (DIR Est)

**Bureau d'études, études d'exécution** : LUXOA

**Contrôle extérieur** : CETE de l'Est (DOA, LR Nancy) ; SIR-OA de Metz



Photo 7 : essai d'arrachage de pastilles pour valider l'adhérence des lamelles. Avec des résultats difficiles pour les zones ragrées – Source : Hervé Marneffe (CETE de l'Est)