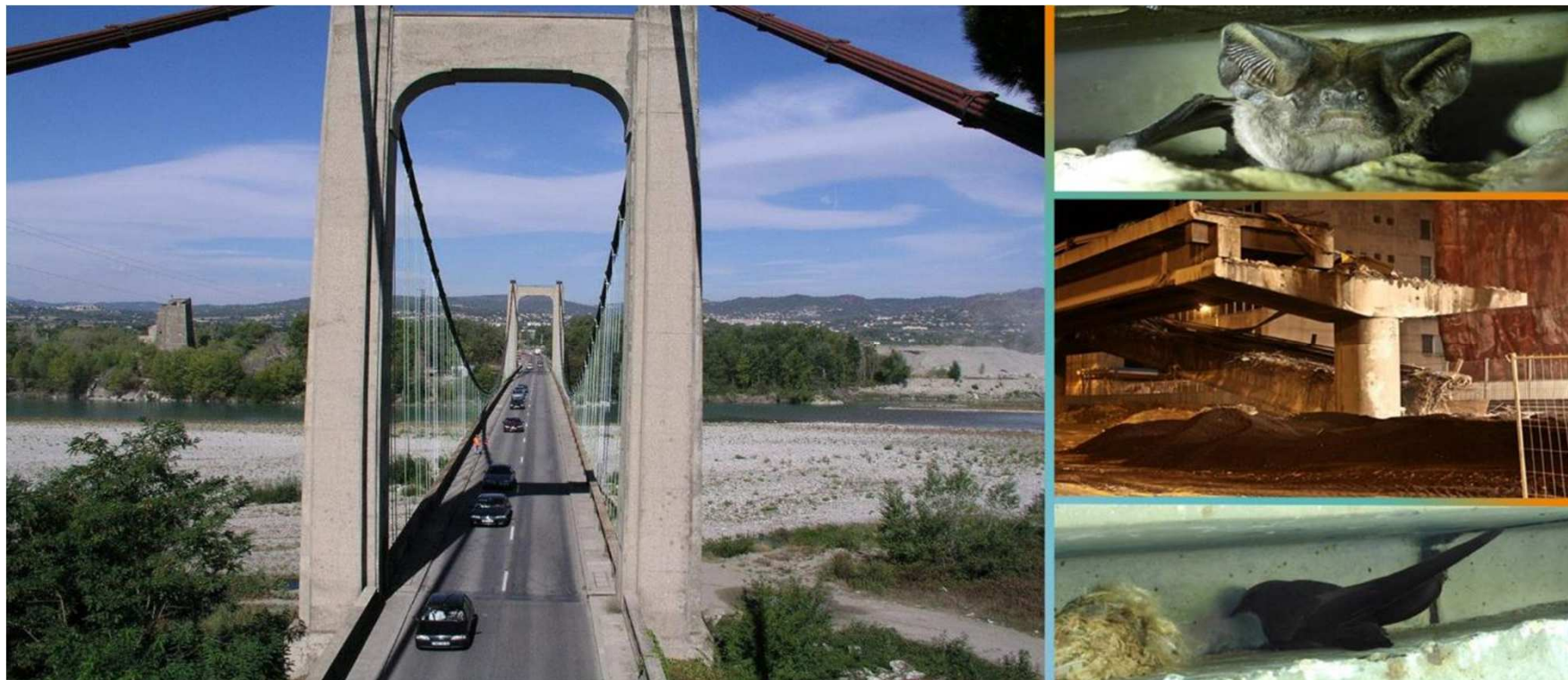


LES PONTS INTEGRAUX



Cerema Méditerranée

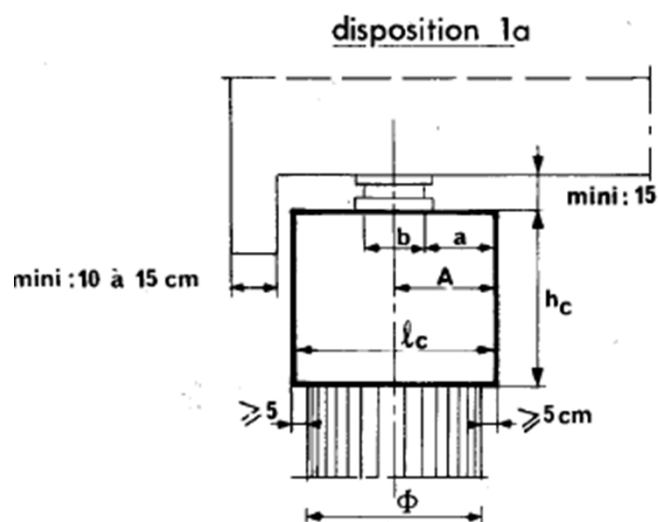
02 mars 2017

**Journée technique sous l'égide de la CoTITA
« Ouvrages d'Art et enjeux environnementaux »**

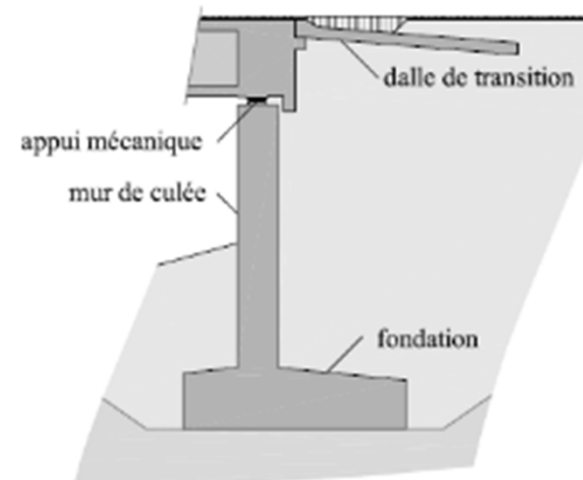
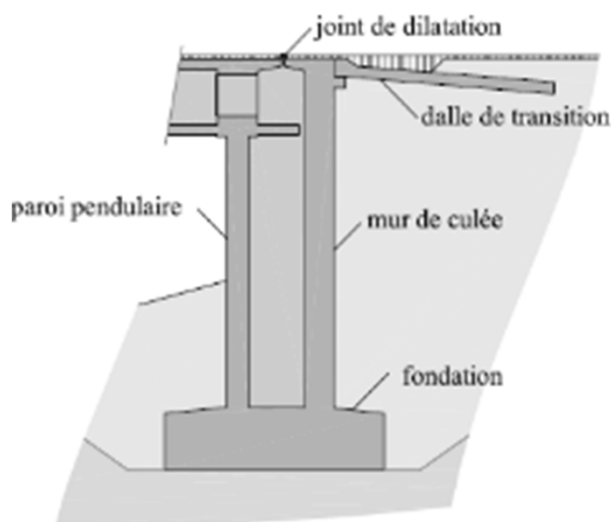
Ponts intégraux : définitions

Ponts semi-intégraux

- Suppression des appareils d'appui **ou**
- Suppression des joints de dilatation



Dossier PP73 + JADE68 (joint léger)

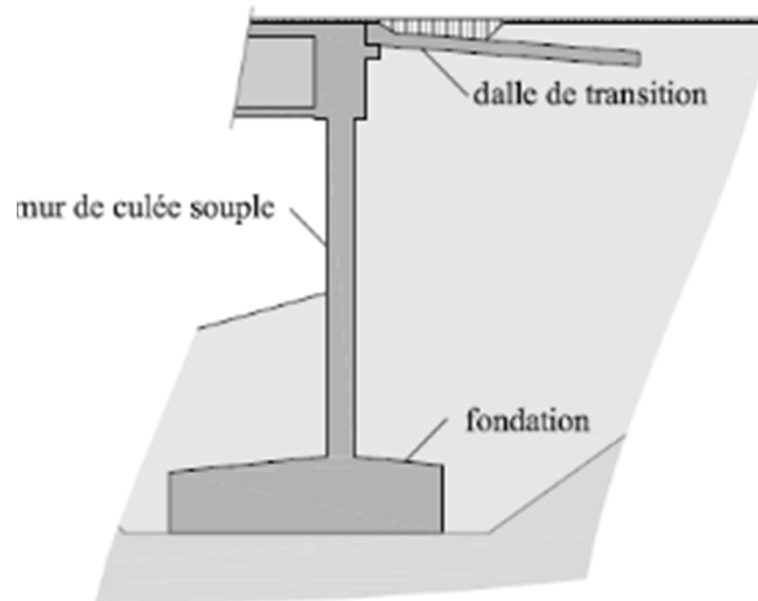


Source : EPFL – Thèse n°4880 D. DREIER (2010)

Ponts intégraux : définitions

Ponts intégraux

- Suppression des appareils d'appui **et**
- Suppression des joints de dilatation



Source : OFROU – Thèse n°4880 D. DREIER (2010)

Ponts intégraux : intérêt

Réduction de la maintenance des joints de dilatation et des appareils d'appui



Photos : CD54



Ponts intégraux : les pratiques

- Très répandues et courantes :
 - USA
 - Canada
 - Royaume Uni
- Moins répandues ou en développement :
 - Suisse, Suède, Allemagne, Finlande, Pologne, Portugal, Italie
 - Australie, Nouvelle-Zélande
 - Inde, Japon, Chine
 - France

Ponts intégraux : les pratiques

A l'étranger

- USA : domaine d'emploi

Table 2 Maximum length limits for integral abutment bridges (Dicleli, et al., 2004).

Department of Transportation	Maximum length	
	Composite bridges [m]	Concrete bridges [m]
Colorado	195	240
Illinois	95	125
New Jersey	140	140
Ontario, Canada	100	100
Tennessee	152	244
Washington	91	107

Source : Final Report INTAB - 2010



SR 7 Teens Run Bridge at Eureka in southeastern Ohio – 1938 – Source “Integral & Semi-Integral Bridges” Martin P Burke Jr



State Route 50 - Bridge over Happy Hollow Creek – Tennessee – 1175feet long (358 m)

Ponts intégraux : les pratiques

A l'étranger

- UK : domaine d'emploi

Design Manual for Roads and Bridges

- Volume 1 – Section 3 Part 12 : Conception des ponts intégraux (BA42/96 Amendment 1)
 - Recommande de concevoir tous les ponts de – 60 m de long et de biais $< 30^\circ$ en ponts intégraux
- Recommandations PD6694-1:2011 : chapitre 9 et annexe A

Ponts intégraux : les pratiques

A l'étranger

- Inde : cf UK
 - Amélioration des performances au séisme
- Nouvelle-Zélande
 - Long. maxi = 70 m pour les ponts en béton
 - Long. maxi = 55 m pour les ponts métalliques ou mixtes
 - Conditions sur la flexibilité des appuis et impose une dalle d'approche
- Australie : cf UK
 - Long. maxi = 60 m et biais $< 30^\circ$



Destruction d'un AA métallique



Endommagement de la structure au niveau d'un AA

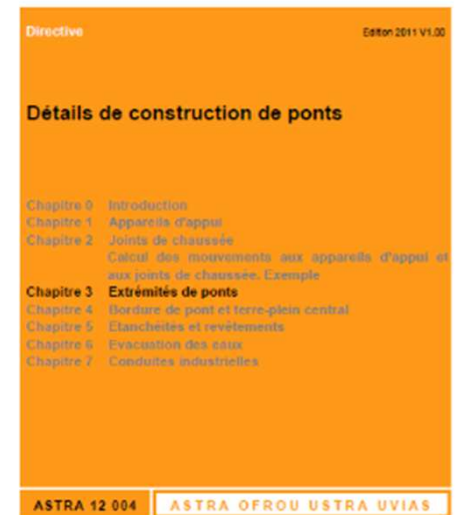
Ponts intégraux : les pratiques

En Europe :

- La Suisse

Directive « Détails de construction des ponts »

- Chapitre 3 « Extrémités de ponts » actualisé en 2011
- Politique générale :
 - Pour les ouvrages neufs : renoncer aux joints et appareils d'appuis, dans la mesure du possible,
 - Pour les remises en état d'ouvrages existants : vérifier « si une modification du concept d'appui et de dilatation est opportune ou non et, dans l'affirmative, si elle est réalisable à des coûts acceptables »



Ponts intégraux : les pratiques

En Europe :

- La France

Ponts-type :

- Cadres fermés (PICF)
- Portiques ouverts (PIPO)
- Portiques ouverts doubles (POD)



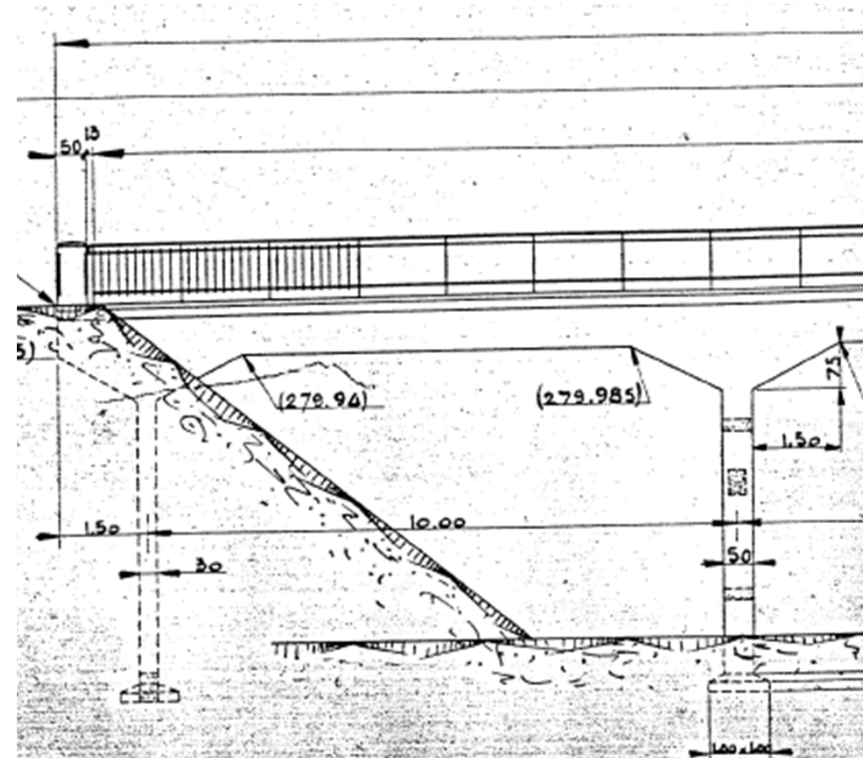
Pont D400.150 sur A31 : 2 travées de 43 m de portées biaisées

Ponts intégraux : les pratiques

En Europe :

- La France

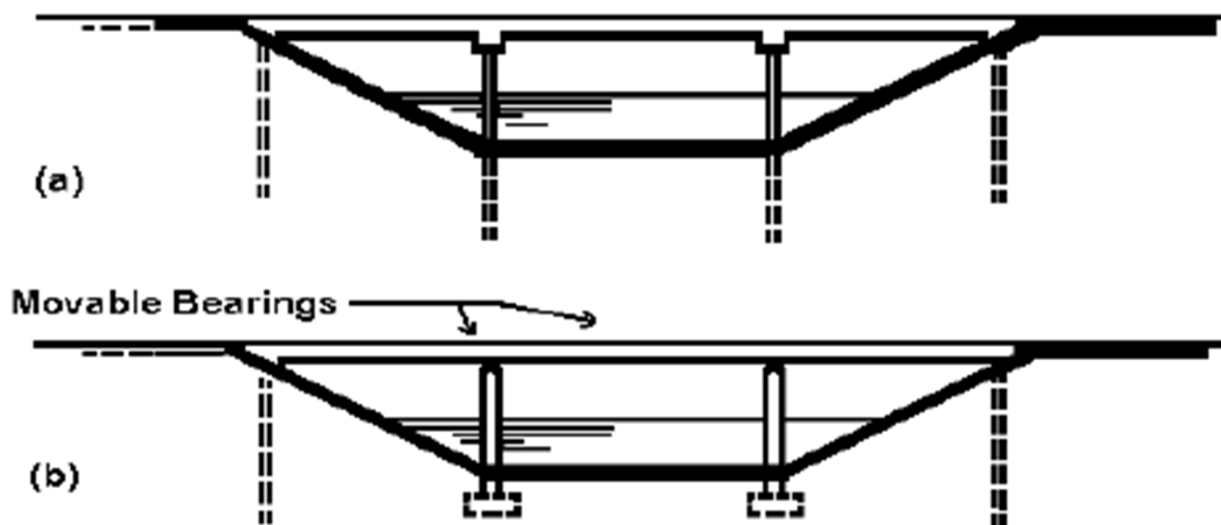
Ponts-type SNCF :



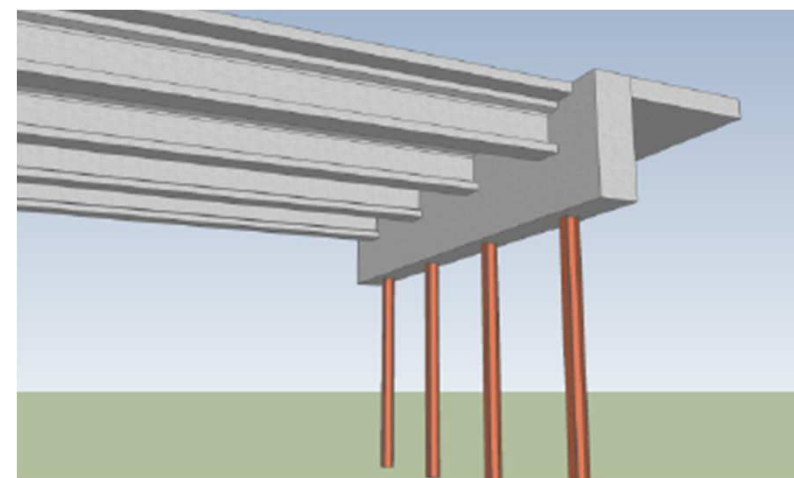
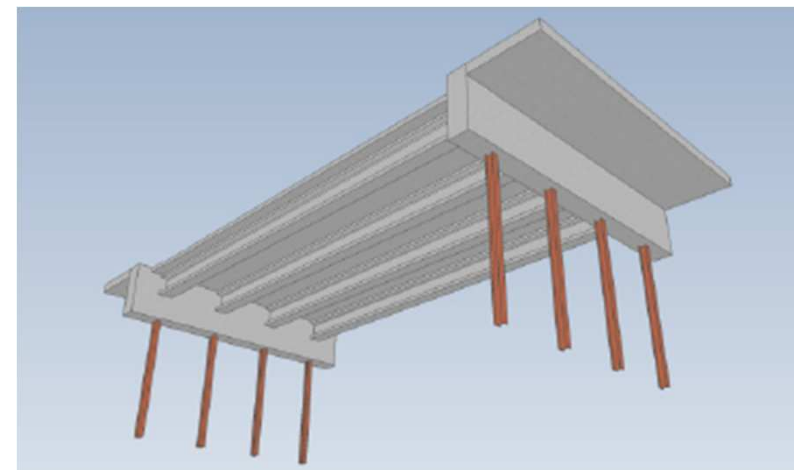
Pont de Méhoncourt sur RD9 – Ligne Nancy-Belfort – 1938 – Photo CD54

Ponts intégraux : la conception

Ecole anglo-saxonne (USA)



Integral And Jointless Bridges – FHWA Conference 2005



SHRP2 – Design Guide for Bridges for Service Life - 2012

Ponts intégraux : la conception

Ecole anglo-saxonne (USA)



Exemple de pont à poutres métalliques



Pont intégral sur culée et piles

Ponts intégraux : la conception

Ecole anglo-saxonne (UK - Canada)

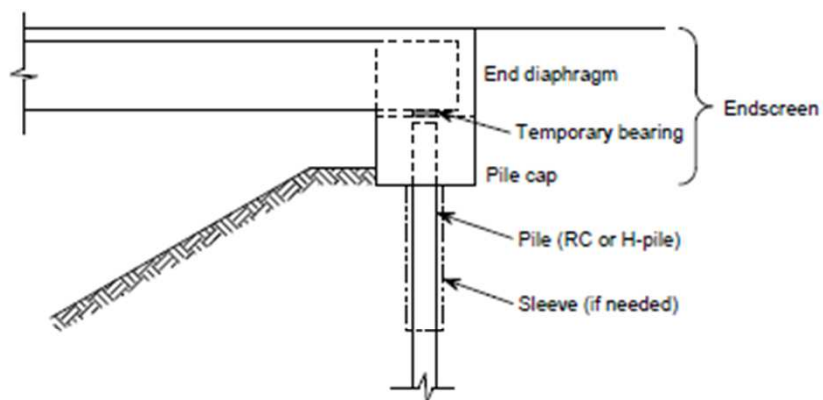


Figure 2.21 Framed integral abutment - with normal earth slope

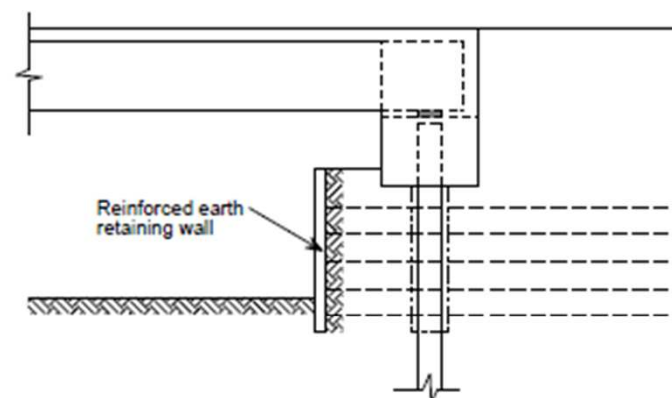


Figure 2.22 Framed abutment - with reinforced earth retaining wall



(Photo by courtesy of Mott MacDonald)



(Photo by courtesy of Mott MacDonald)

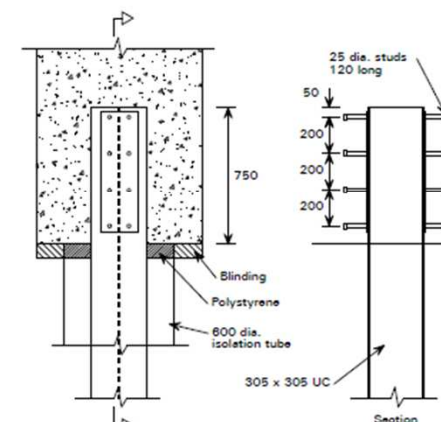
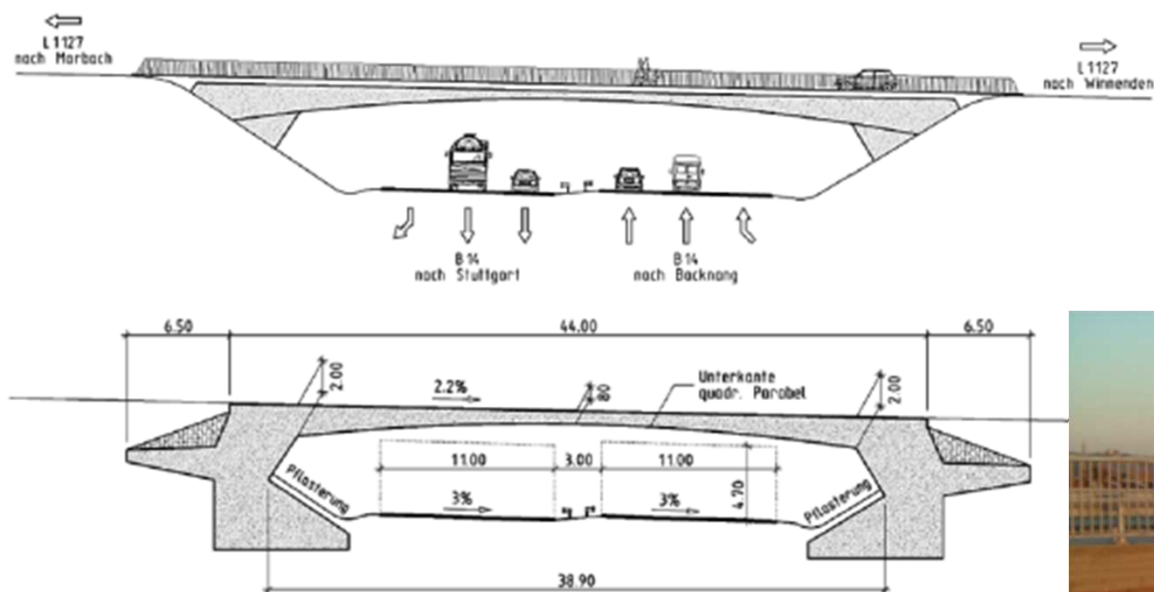


Figure 9.5 Shear connection at the top of an H pile

Source : Composite Highway Bridge Design - Steelbiz

Ponts intégraux : la conception

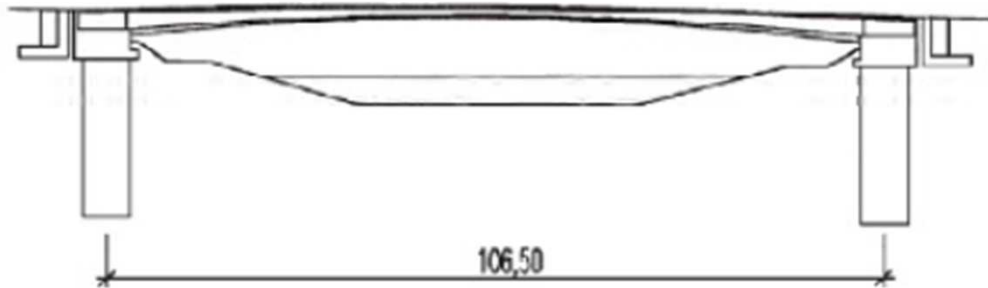
Allemagne



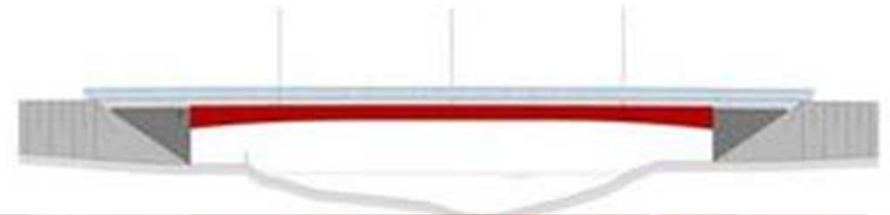
Pont n°5 sur autoroute B14 près de Winnenden – Art. *Beton und Stahlbetonbau* 99 (2004) – Photo Peter&Lochner

Ponts intégraux : la conception

Allemagne



Southern Viaduct Berching – Portée de 106m50



*Pont sur la Saale à Merseburg – Portée de 55m40
Photo : SSF*

Ponts intégraux : la conception

Allemagne



Pont-rail sur le canal de Teltow à Berlin – Portée de 42m65 – Procédé breveté VFT® de SSF Ingenieure

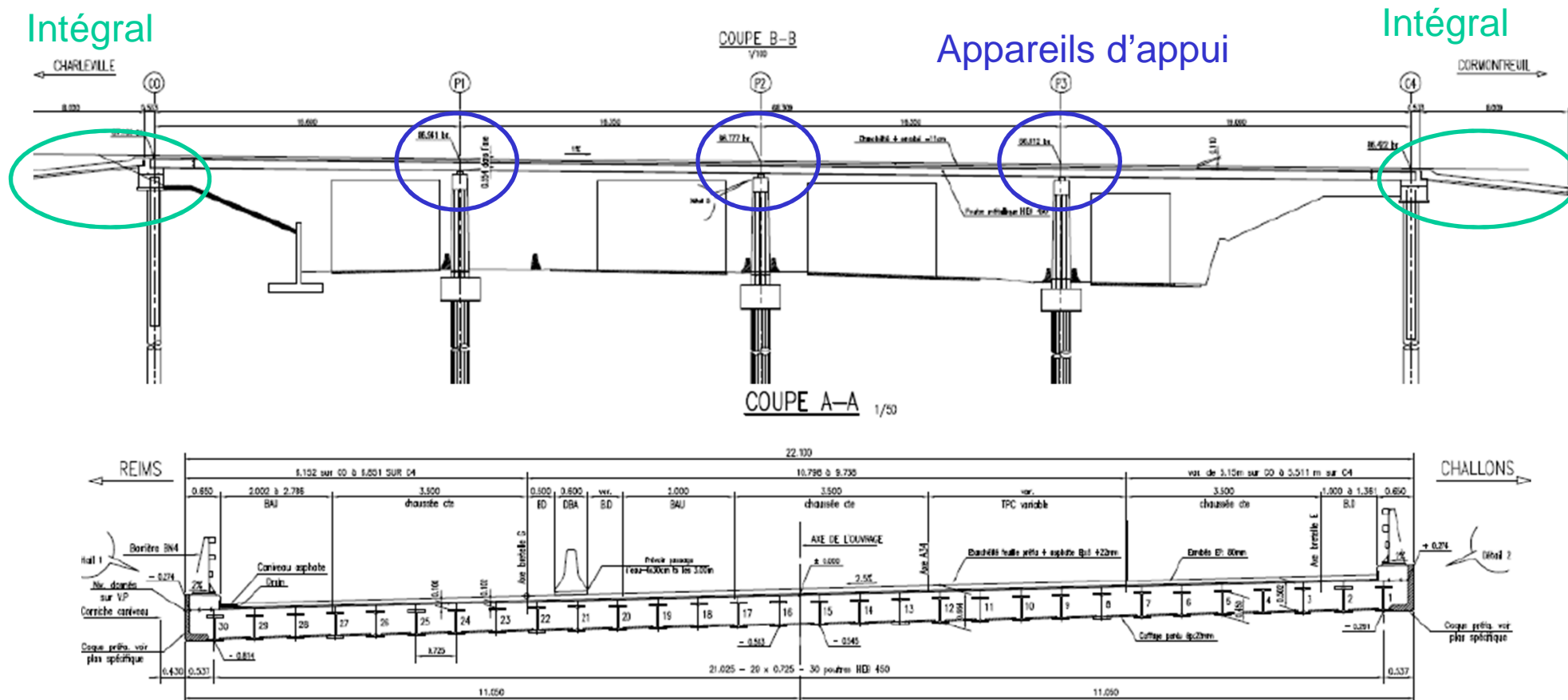
SSF Ingenieure AG / Florian Schreiber Fotografie



Ponts intégraux : la conception

France

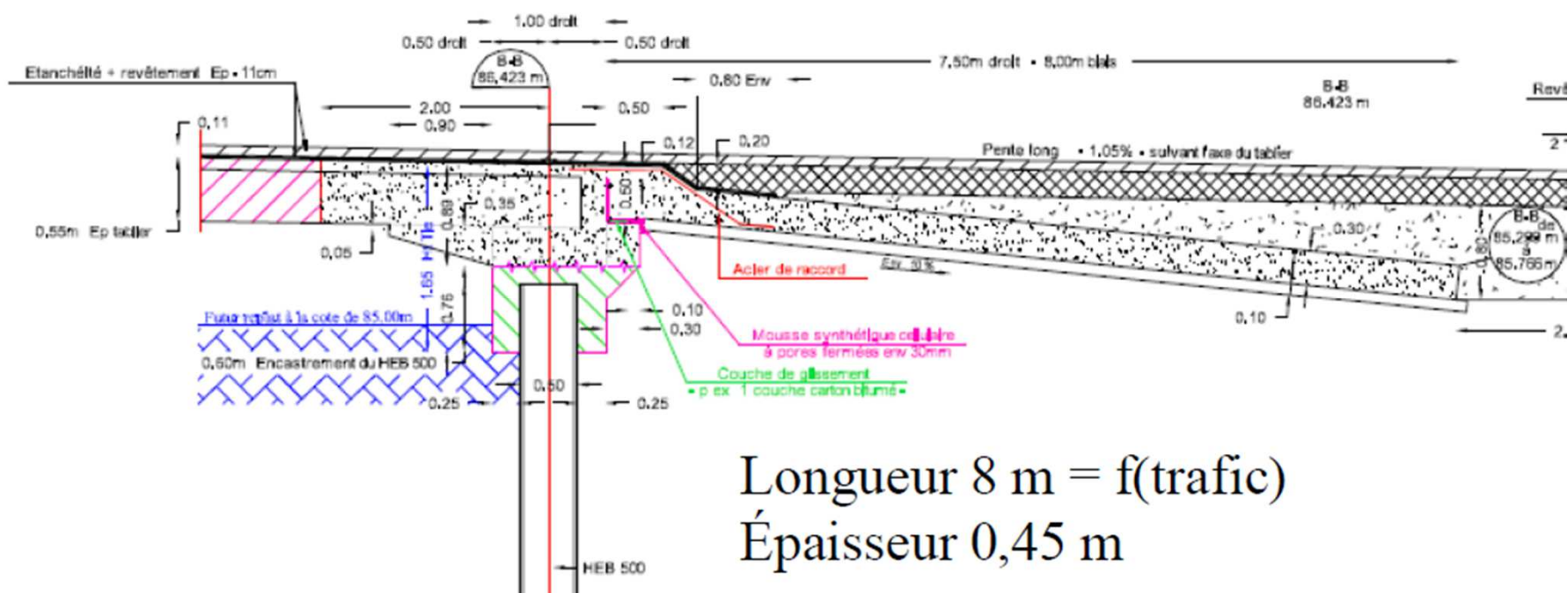
- Pont de Cormontreuil (échangeur A4/A34) ; doublement



Ponts intégraux : la conception

France

- Pont de Cormontreuil (échangeur A4/A34) ; doublement
 - Dalle de transition



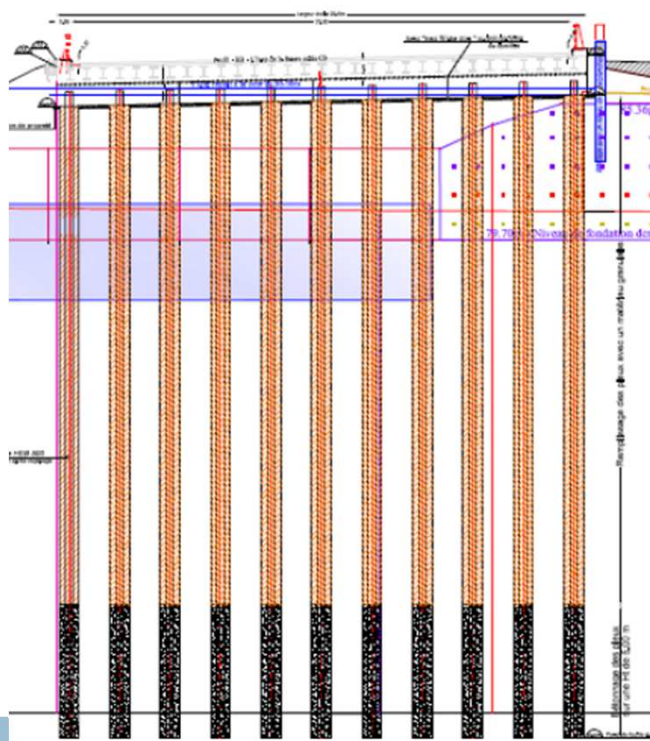
Ponts intégraux : la conception

France

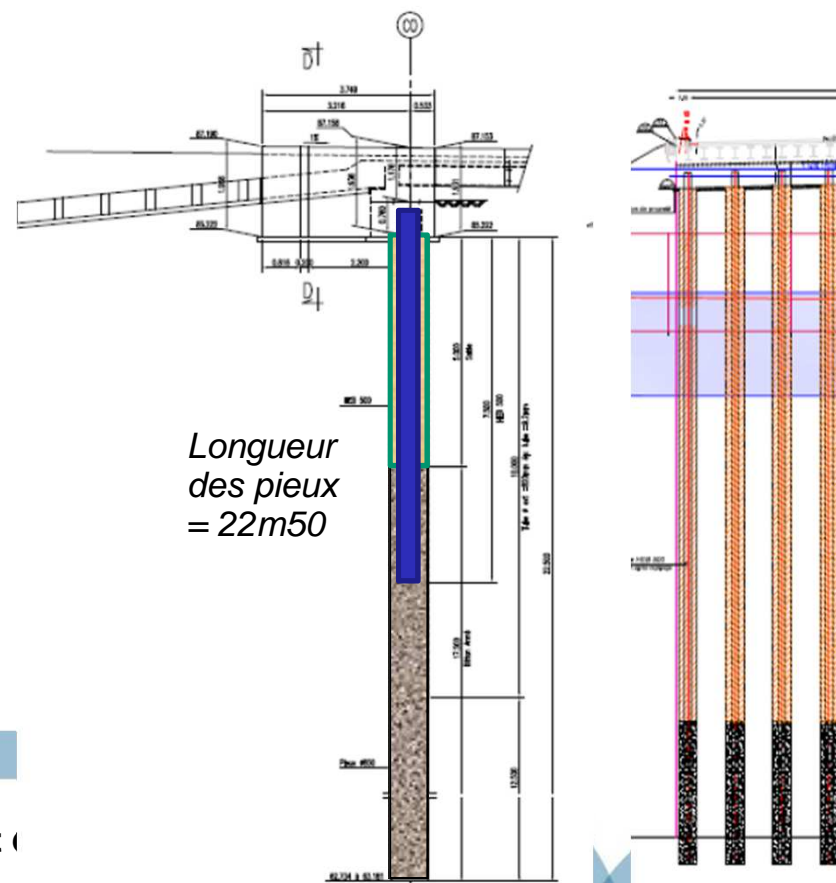
- Pont de Cormontreuil (échangeur A4/A34) ; doublement

- Fondations

- Fondations exécution
 - Variante entreprise



Longueur des pieux = 25m



Longueur
des pieux
= 22m50

Ponts intégraux : la conception

France

- Pont de Cormontreuil (échangeur A4/A34) ; doublement



Ponts intégraux : la conception

France

- Pont de Cormontreuil (échangeur A4/A34) ; doublement



Ponts intégraux : la conception

France

- Ouvrages de rétablissement au-dessus de la LGV SEA
 - 123 ponts intégraux et semi-intégraux de type PRAD, majoritairement à 3 travées (112 OA)



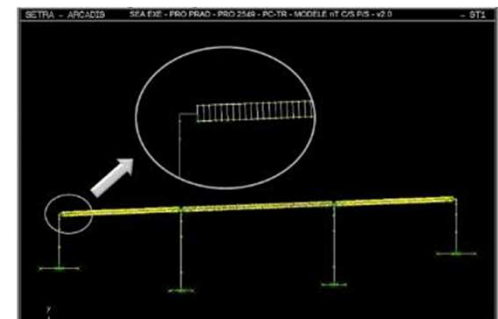
SEA project (© Pacal Le Doaré)



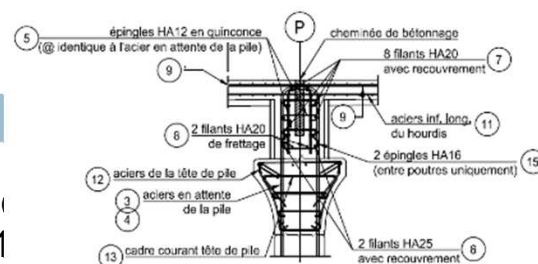
Ponts intégraux : la conception

France

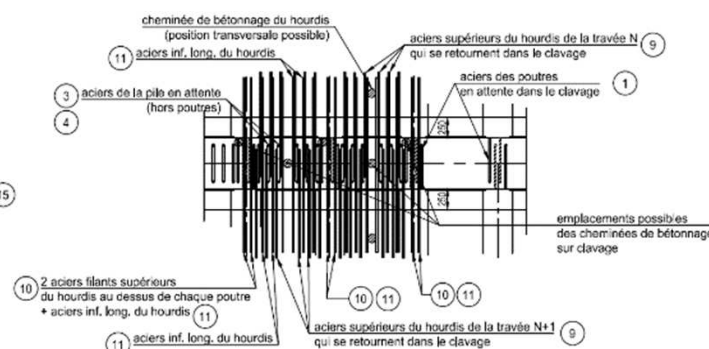
- Ouvrages de rétablissement au-dessus de la LGV SEA
 - Points de conception
 - Modèle paramétré 2D sous ST1, complet tablier + appuis + fondations
 - Chargements thermiques : impact significatif sur ponts intégraux
 - Séisme : ponts intégraux intéressants pour les risques faibles et modérés (ouvrages relativement rigides)
 - Ferrailage d'encastrement : exige positionnement précis des aciers en attente, densité importante



COUPE TYPE ENTRE DEUX POUTRES



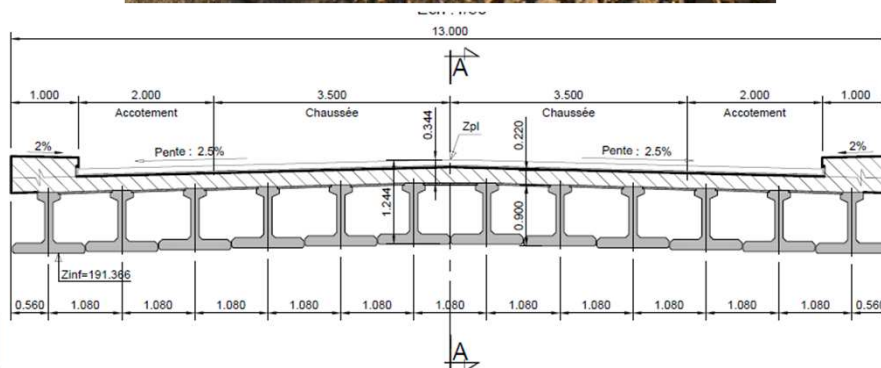
VUE EN PLAN



Ponts intégraux : la conception

France

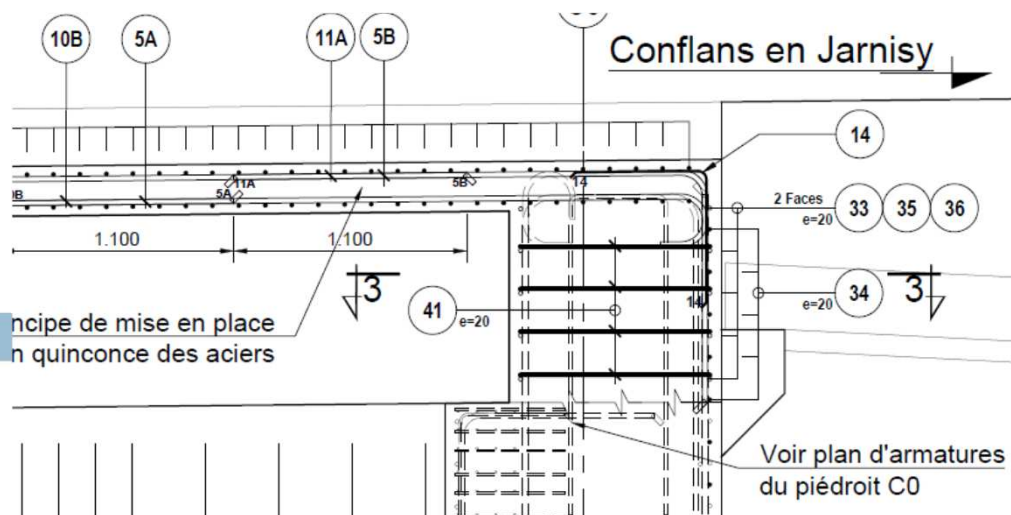
- Autres exemples
 - Pont intégral à tablier en BFUP de Boncourt (54)



Ponts intégraux : la conception

France

- Autres exemples
 - Pont intégral à tablier en BFUP de Boncourt (54)



Ponts intégraux : la conception

France

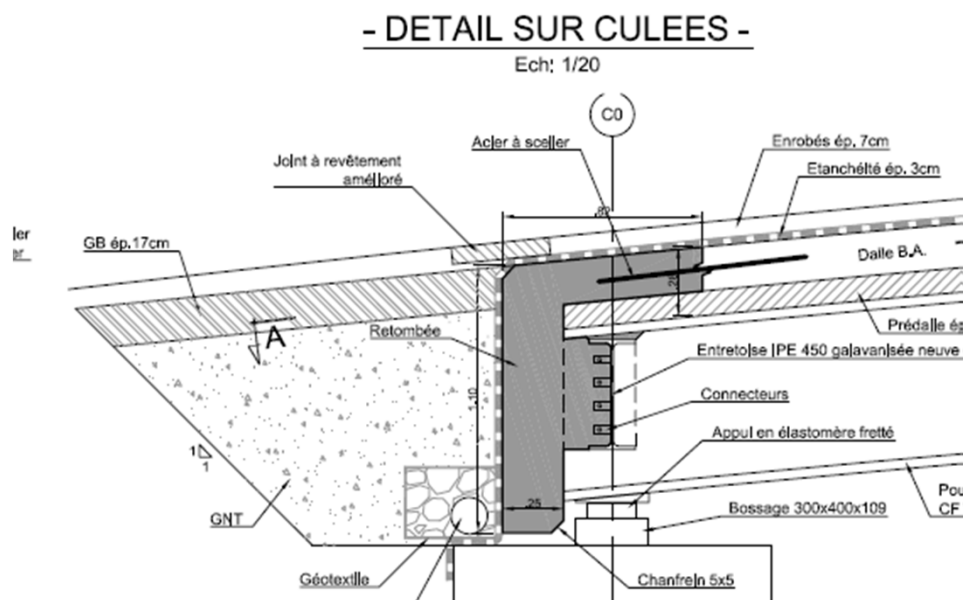
- Autres exemples
 - Transformation d'un pont classique en semi-intégral



Ponts intégraux : la conception

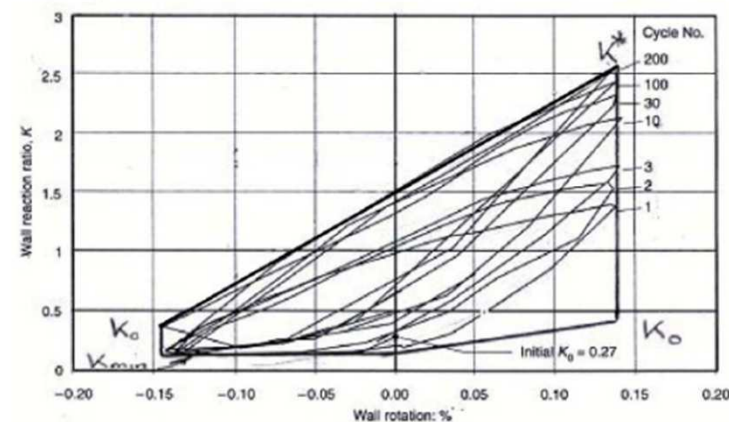
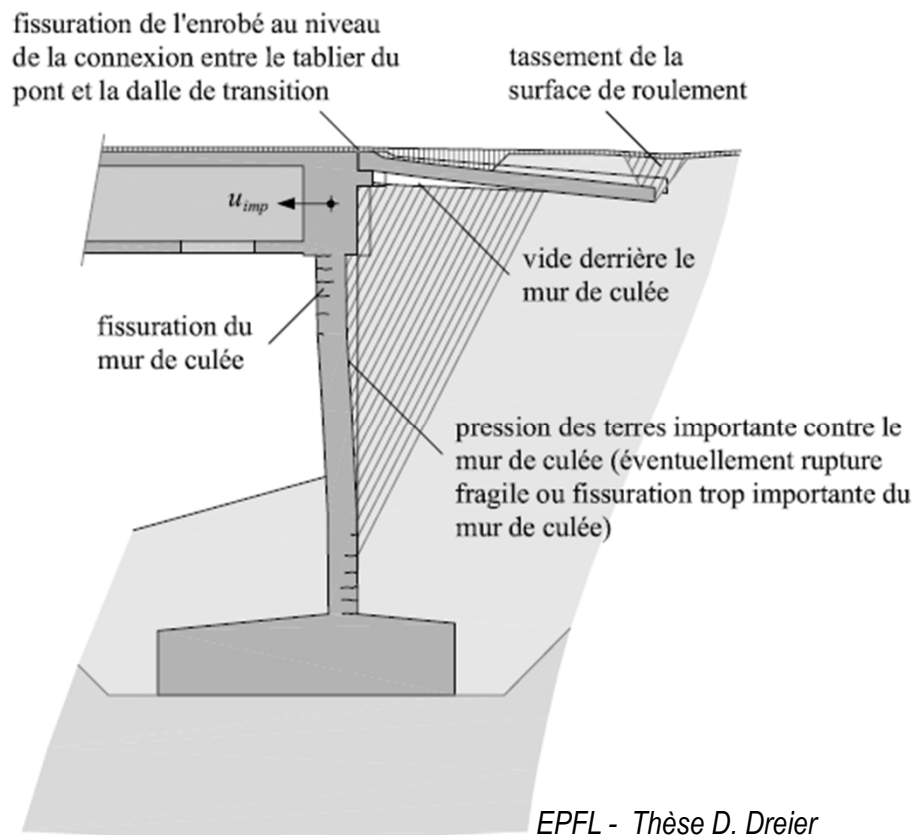
France

- Autres exemples
 - Transformation d'un pont classique en semi-intégral



Ponts intégraux : la conception

Interaction sol/structure : poussée accrue des terres



Pressure Cycles from "Integral Bridges - a fundamental approach to the time temperature loading problem" by England, Tsang, Neil and Bush⁽¹²⁾.

Ponts intégraux : la conception

Interaction sol/structure : poussée accrue des terres

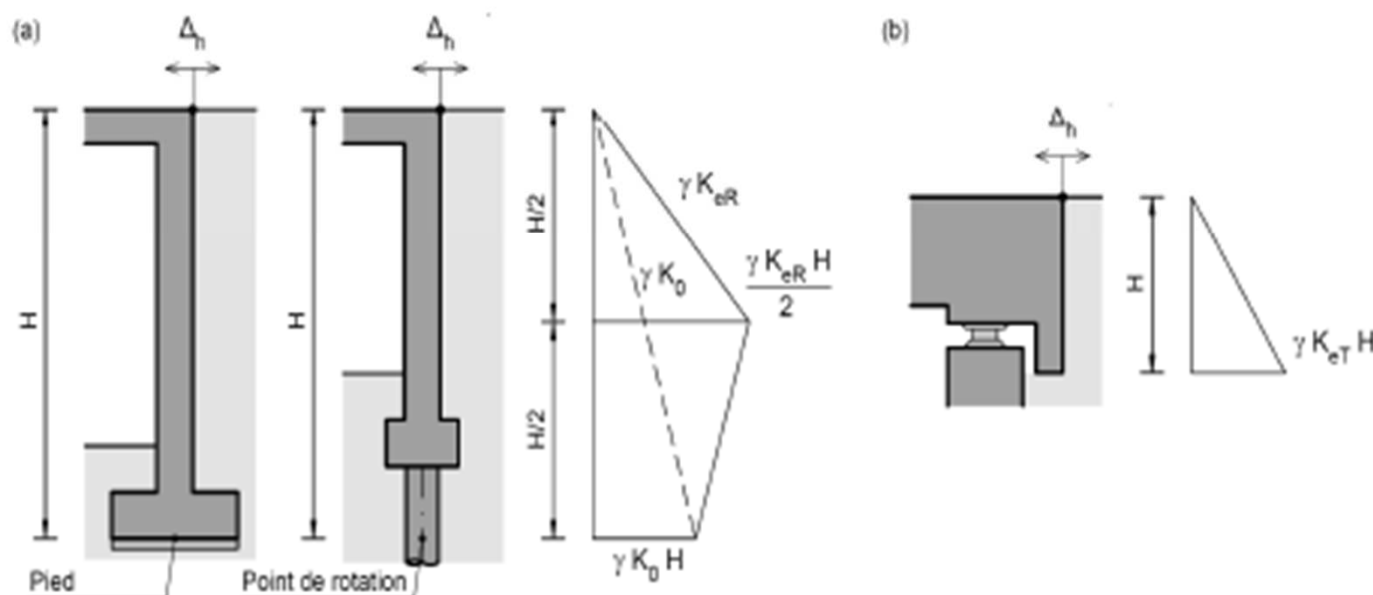
Formules anglaises
PD6694-1:2011

- $K_{eR} = K_0 + \left(33 \cdot \frac{\Delta_h}{H}\right)^{0.6} \cdot K_p \leq K_p$

- $K_{eT} = K_0 + \left(40 \cdot \frac{\Delta_h}{H}\right)^{0.4} \cdot K_p \leq K_p$

$$K_d^* = K_0 + \left(\frac{Cd'_d}{H}\right)^{0.6} K_{p,t}$$

$$K_d^* = K_0 + \left(\frac{40d'_d}{H}\right)^{0.4} K_{p,t}$$



Directive Suisse de l'OFROU C03

Ponts intégraux : la conception

Interaction sol/structure : France

Coefficients de poussée

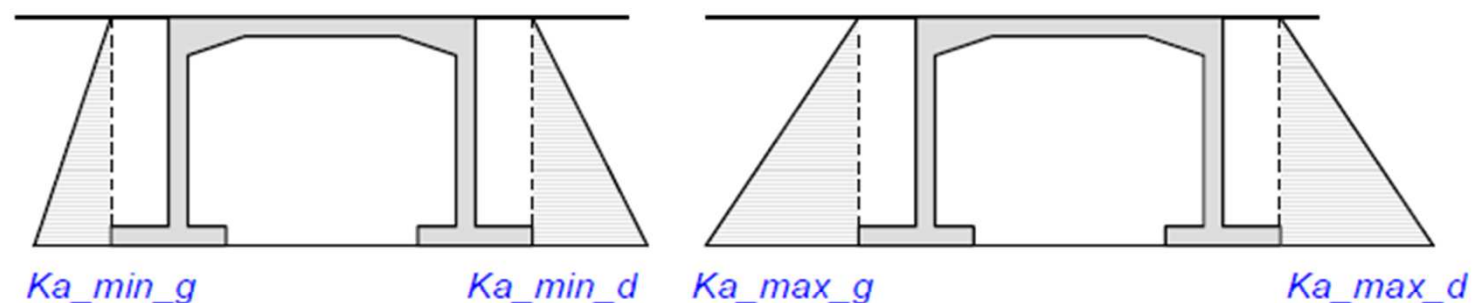


Figure 25 – Poussée des terres

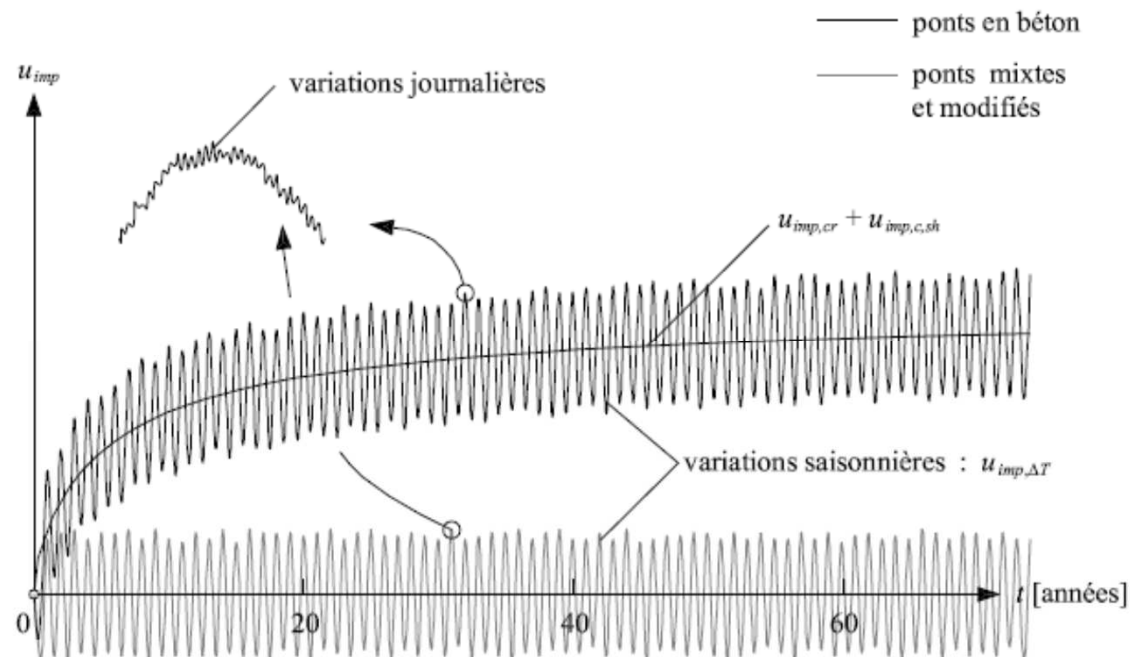
Données (dissymétriques uniquement en option avancée) :

- | | | |
|--------------|---|---|
| (ka_{min}) | R | Coefficient de poussée des terres de Rankine minimum [0.25] . |
| (ka_{max}) | R | Coefficient de poussée des terres de Rankine maximum [0.50] . |

Ponts intégraux : la conception

Choix du type : intégral, semi-intégral, classique

- Directive Suisse : dépend de l'ampleur du déplacement relatif Δh entre l'extrémité du pont et le corps de chaussée
 - Δh : du aux charges permanentes, évolution monotone
 - Δh : du aux actions variables, évolution cyclique



Thèse D. Dreier – EPFL (Suisse)

Ponts intégraux : la conception

Choix du type : intégral, semi-intégral, classique

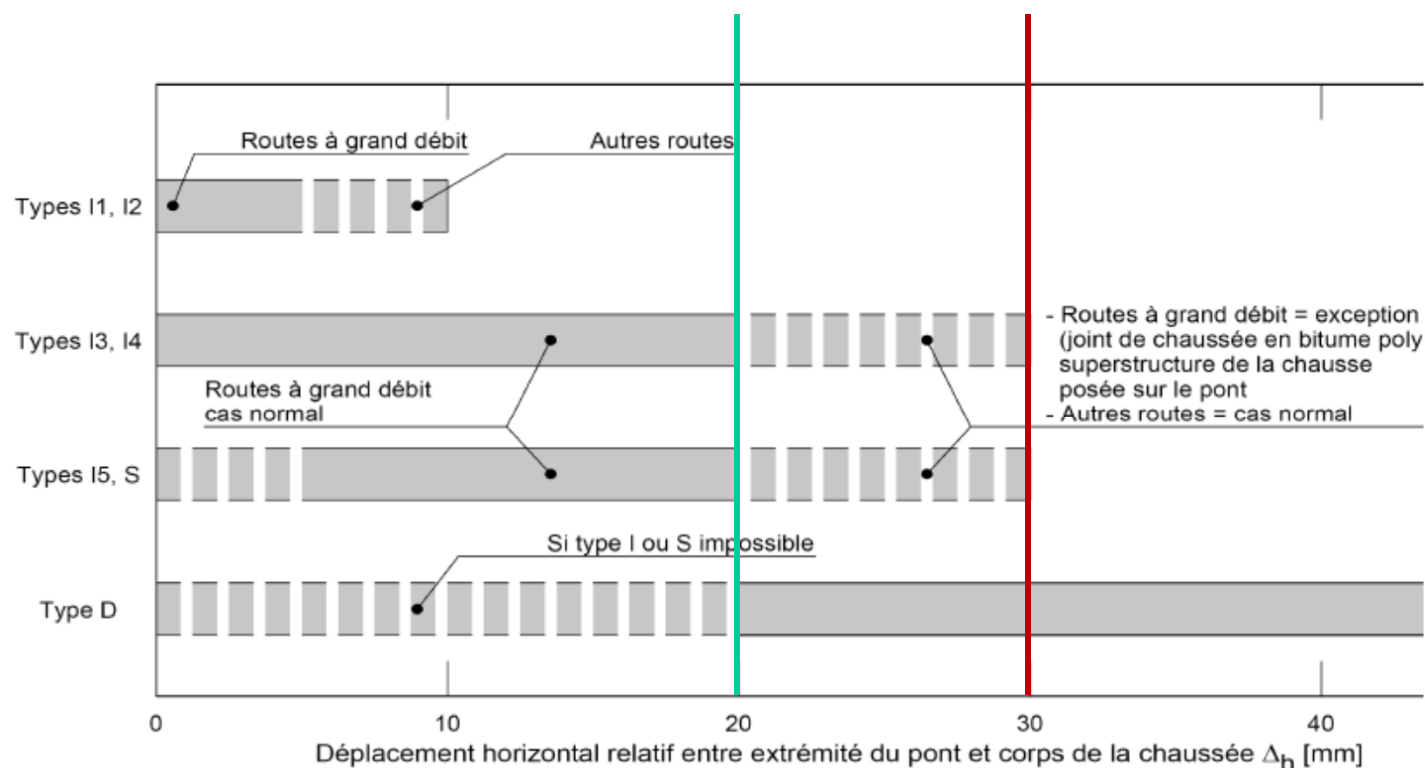
- Directive Suisse : dépend de l'ampleur du déplacement relatif Δh entre l'extrémité du pont et le corps de chaussée

Cadres et portiques

Ponts intégraux

Ponts semi-intégraux

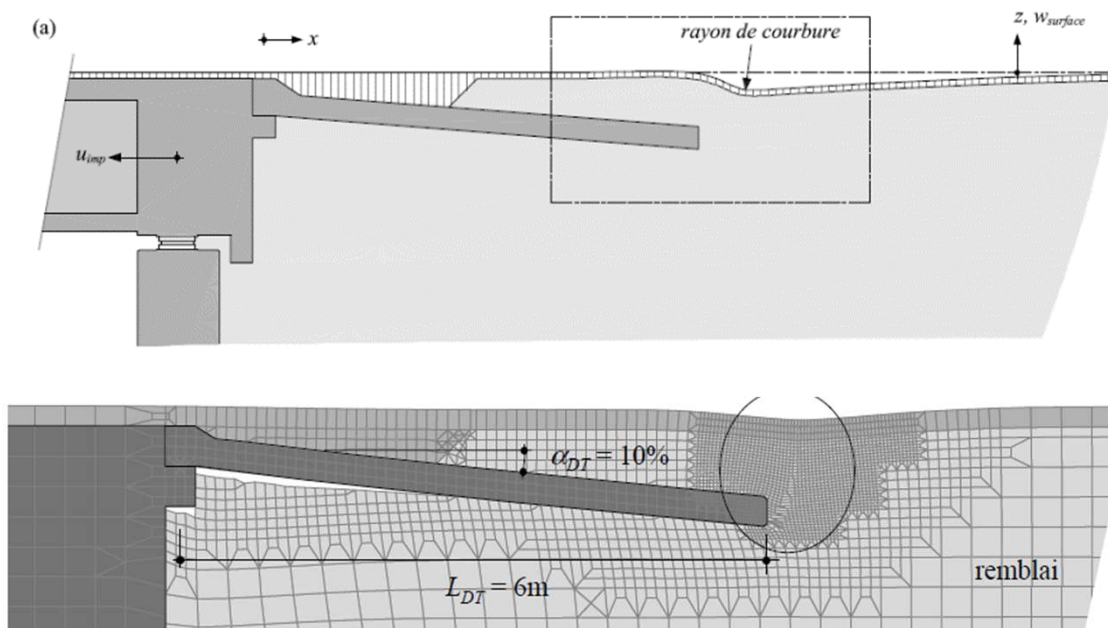
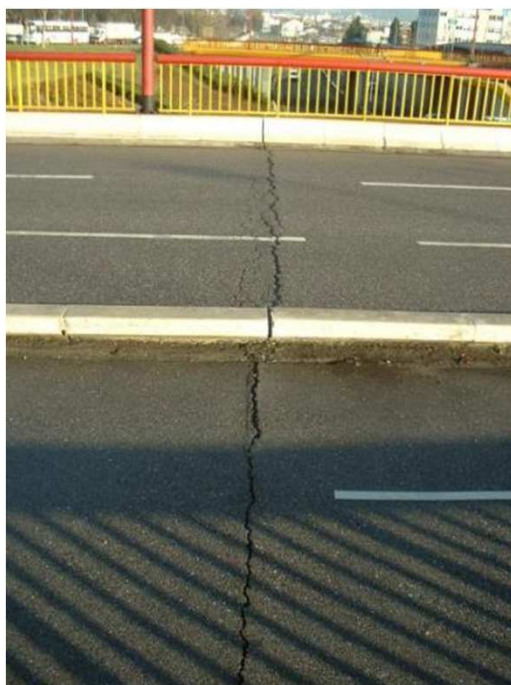
Ponts classiques



C03 – Extrémités de ponts - OFROU

Ponts intégraux : la conception

Fissuration en about



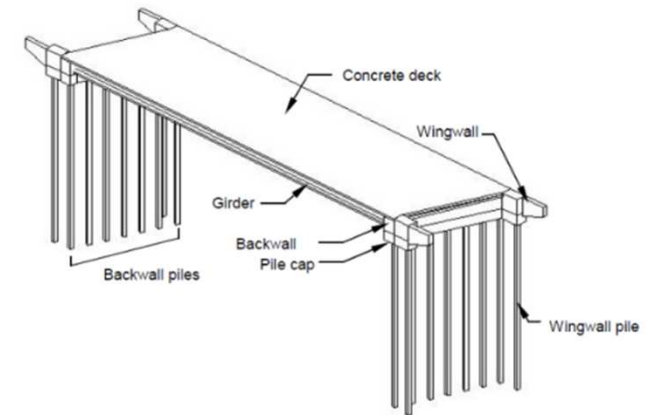
Pont D570.121 sur RD674 : 2 travées de 12m env. – pont courbe sur giratoire

C03 – Extrémités de ponts - OFROU

Ponts intégraux : conclusion

Points à retenir

- Minimiser hauteur interaction sol/structure
- Conception soignée dalle de transition
- Biais à limiter, ouvrage le + symétrique possible, remblai bien compacté et drainé



Ponts intégraux : conclusion

Avantages :

- Réduction des coûts de maintenance (joints, appareils d'appui, abouts tablier)
- Réduction coûts \simeq et délais
- Meilleure robustesse
- Réduction nuisances (confort et bruit au passage des joints)
- Retrofitting possible sur OA existants

Inconvénients

- Calculs + complexes (nœud d'encastrement)
- Ferrailage nœud d'encastrement
- Fondations sur pieux H : pas courant en France

Merci de votre attention

Coordonnées : philippe.jandin@cerema.fr

Pour en savoir plus :

- Groupes de travail :
 - En France (Cerema)
 - En Europe (FIB, pilotage Suisse D. Dreier)
 - International : workshop en juin à Seattle (USA) :
<http://jointlessbridges.fzu.edu.cn/>