



Infrastructures de transport - Maintenance de l'exploitation lors des travaux

Alexandre Michon (CFF), Bruno Wernert (Gruner AG)

Lausanne, le 8 novembre 2022



Programme

1. **Contexte et généralités**
 1. Introduction / contexte général
 2. Contexte CFF

2. **Exemples pratiques**
 1. Le pont de Chexbres : un ouvrage ferroviaire remplacé en opération coup-de-poing
 2. Le nouveau PI de la gare de Fribourg : un ouvrage ferroviaire réalisé avec des ponts provisoires

3. **Conclusion**



1 – Contexte et généralités

1.1 Introduction – contexte général

Construction dans le domaine ferroviaire en respectant les besoins :

- Des clients (ponctualité – offre)
 - Des riverains
 - De l'environnement
 - Respect des coûts
 - Durabilité
- Haut niveau de planification

1.2 – Contexte CFF

Un (petit) peu d'histoire...



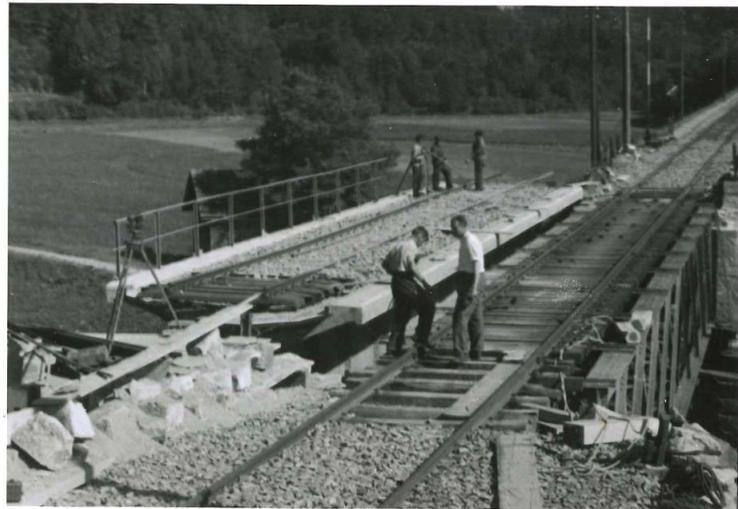
gruner >



1847 : Début du chemin de fer en Suisse (Zurich – Baden)



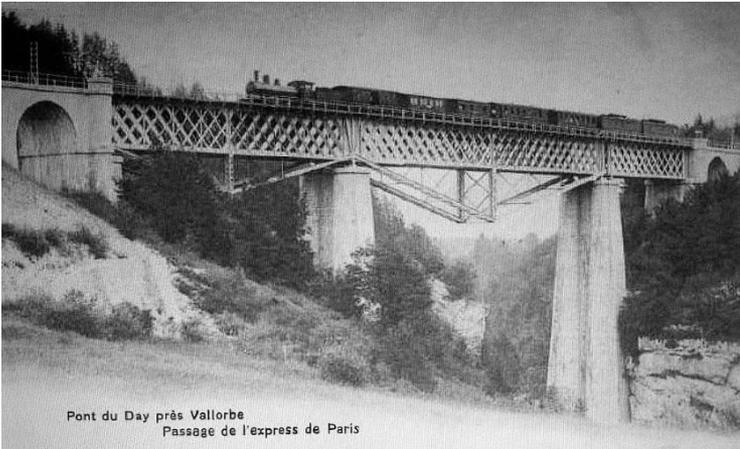
1860 : Construction des lignes principales



1918 : Début de l'électrification

→ Ouvrages remplacés aujourd'hui sont de 2° ou 3° génération, très souvent construits sous exploitation

Viaduc du Day à Vallorbe



Pont du Day près Vallorbe
Passage de l'express de Paris



L'exploitation

La réserve « travaux »



gruner >



Construction de l'horaire :

- Temps technique pour la marche théorique
- + 7% de réserve totale
 - 1/3 pour l'exploitation (fermeture des portes, heures de pointe...)
 - 2/3 pour les travaux

Ex : Lausanne-Berne : 66 minutes

- 4.8 minutes de réserve
 - 1.6 minutes pour l'exploitation
 - 3.2 minutes pour les travaux



Exemple : Travaux entre Fribourg et Düdingen

Travaux projetés

- Circulation à 80 km/h sur une voie, franchissement d'aiguilles en position déviée
- Perte de temps de l'ordre de 2 minutes à 2 minutes 30
> réserve travaux entre Berne et Fribourg

Sans mesure l'horaire n'est pas tenu, ruptures de correspondances à Palézieux, Berne...

Mesures :

- Départ avancé d'une minute de l'IC1 à LS
- Suppression de certains arrêts à Romont





Solutions

- MEX = denrée rare -> Planification des chantiers
- Travaux de nuit
 - +
 - Impact relativement limité pour le client
 - - Impact sur les riverains
 - Rendement (coûts, durée du chantier)
 - Faisabilité technique
- « Clustering »
 - +
 - Regroupement de chantiers
 - Riverains
 - Rendements
 - - Impact pour le client
 - Coûts des moyens de substitution
- Solutions techniques
 - Opérations coups de poing (OCP)
 - Préfabrication
 - Ripage
 - Levages lourds
 - Ponts provisoires

Solutions techniques

1. Mise en place par ripage



Solutions techniques

2. Mise en place par abaissement





Solutions techniques

3.1 - Mise en place par levage : grue ferroviaire

- Charge généralement < 40 to
- Rapidité (pas de démontage
de la ligne de contact)
- Accès à tout le réseau





gruner >

Solutions techniques

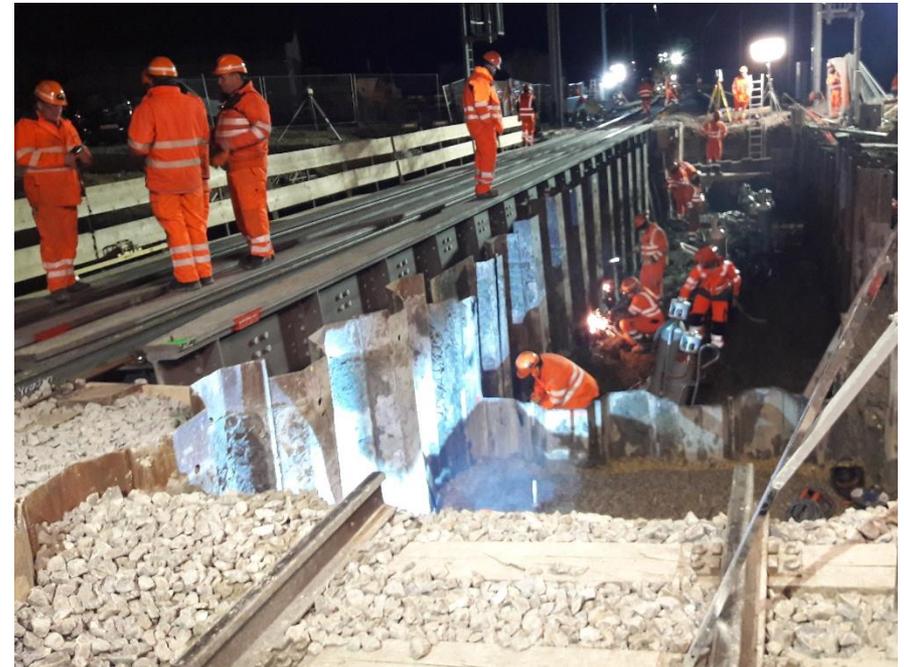
3.2 Mise en place par levage : grue routière

Charge élevée > 300 to
Aménagements provisoires souvent importants



Solutions techniques

4. Constructions sous pont(s) provisoire(s)



De 6 à 28 mètres

De 50 à 100 km/h

De 20 à 95 cm de hauteur

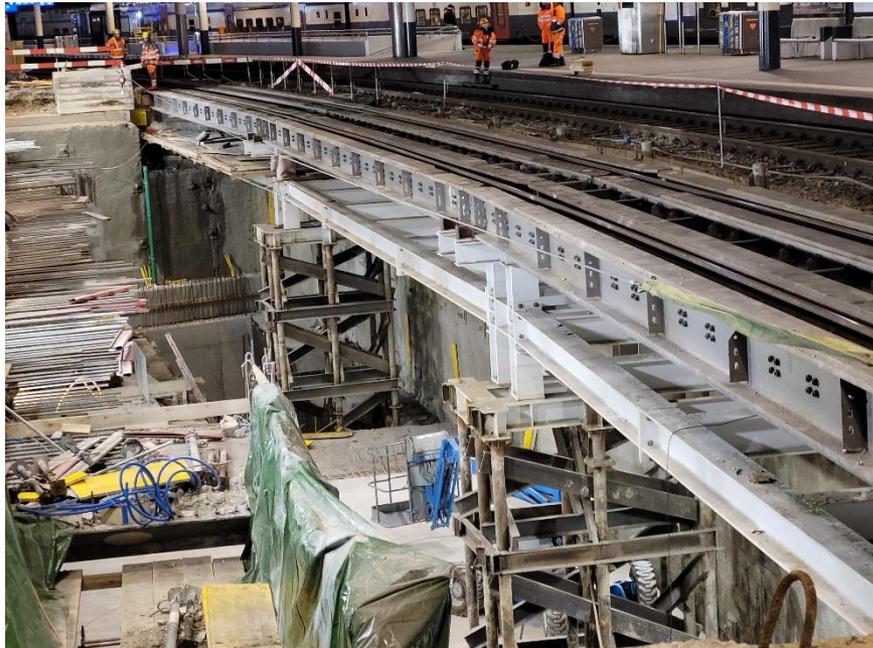
Posé généralement de nuit

Solutions techniques

4. Constructions sous ponts provisoires



gruner >



2 - Exemples pratiques

2.1 – Le pont de Chexbres (opération coup-de-poing)

2.2 – La gare de Fribourg (ponts provisoires)

2.1 - Le pont de Chexbres

Exemple d'un pont ferroviaire réalisé en opération coup-de-poing (OCP)

Sur la ligne 111 – Vevey-Chexbres, le pont existant datant de 1900 est en fin de vie et ne répond plus aux exigences de sécurité et bruit (ballast), il doit être remplacé

Exploitation : fermeture de 55hrs sur un week-end seulement = opération coup-de-poing (OCP)



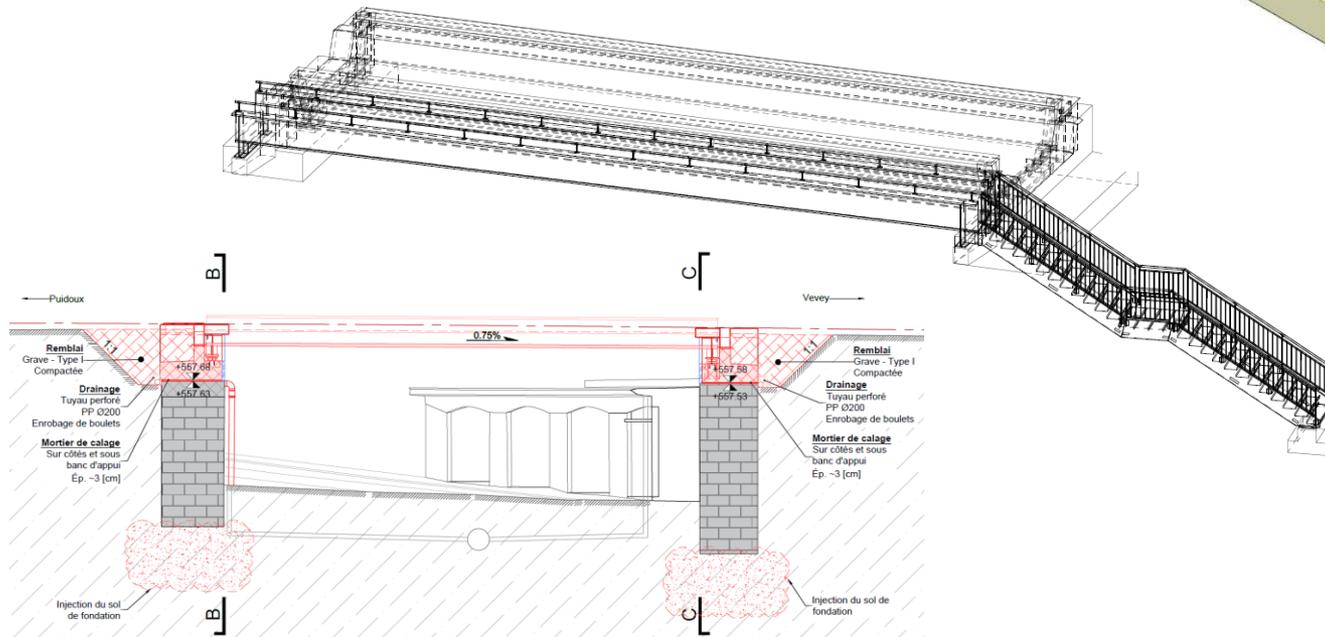
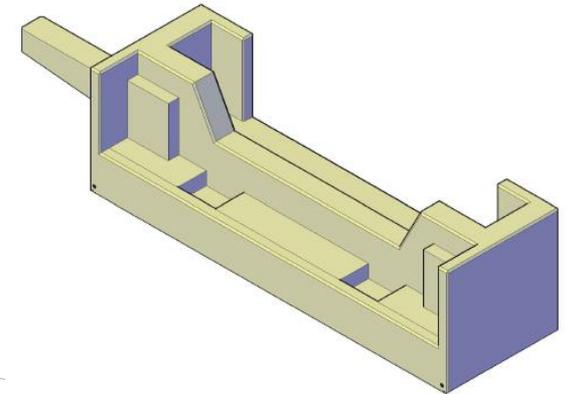
2.1 - Le pont de Chexbres

Exemple d'un pont ferroviaire réalisé en opération coup-de-poing (OCP)

Conception : **OCP = Préfabrication = Anticipation**

- Tablier métallique en auge 135 tonnes
- Passerelles de service (2x) et passerelle piétonne métalliques
- Bancs d'appuis béton préfabriqués de 55 tonnes

➔ Poids des éléments ajusté en fonction du moyen de levage (à définir très tôt)





2.1 - Le pont de Chexbres

Exemple d'un pont ferroviaire réalisé en opération coup-de-poing (OCP)

Exigences lors des OCP :

pas le droit à l'erreur, planification des OCP plusieurs années à l'avance

- Travail en 3 x 8h
- Engins / équipe de réserve
- Stock de matériaux
- Livraison des pièces avant démarrage
- Planification précise avec jalons (planning à la demi-heure)

Facteurs de réussite :

Anticipation

- Eliminer toutes les incertitudes ou les intégrer (**sondages, relevés**, modélisation 3D, météo,...)
- **Multiplier les accès** (rythme donné par les accès)
- Définition de jalons / solutions de repli
- **Sécurité !!!** (précipitation)

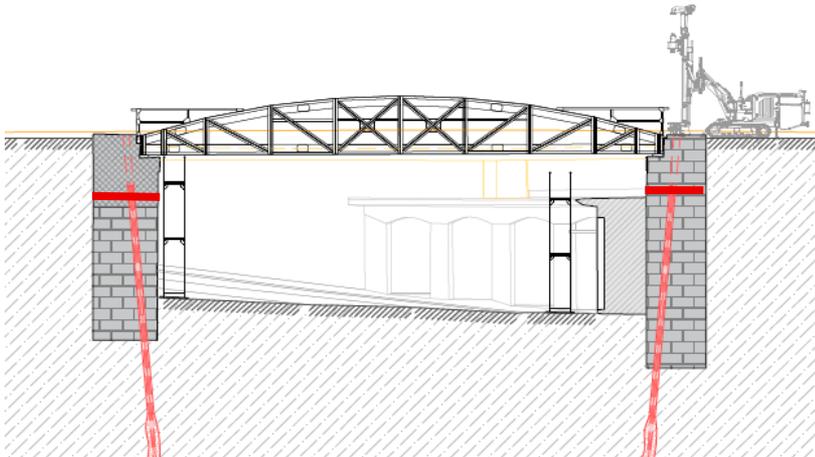
2.1 - Le pont de Chexbres

Exemple d'un pont ferroviaire réalisé en opération coup-de-poing (OCP)

Phasage / déroulement des travaux :

Les travaux préparatoires (3 mois)

- Renforcement des culées existantes
- Relevés complémentaires, sondages
- Préfabrication en usine
- Pré-sciage des culées



2.1 - Le pont de Chexbres

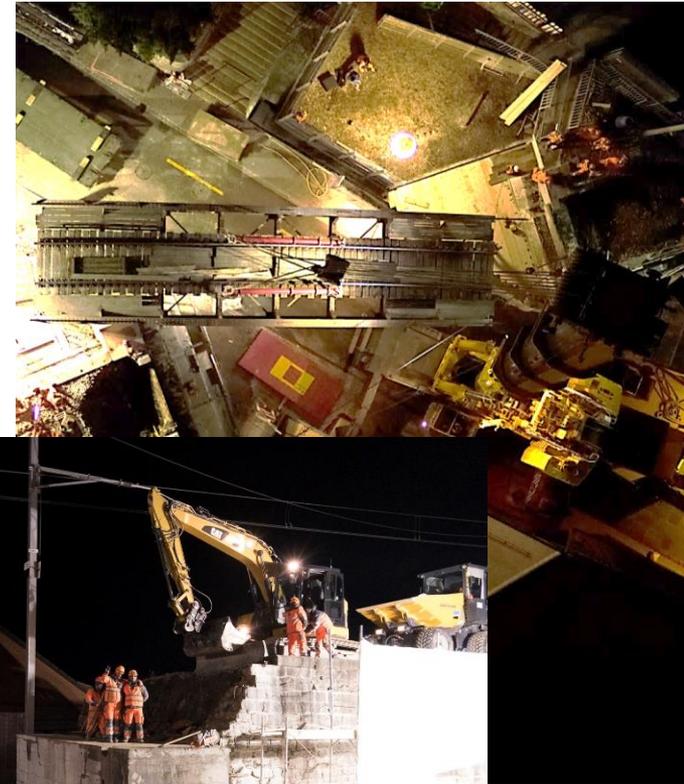
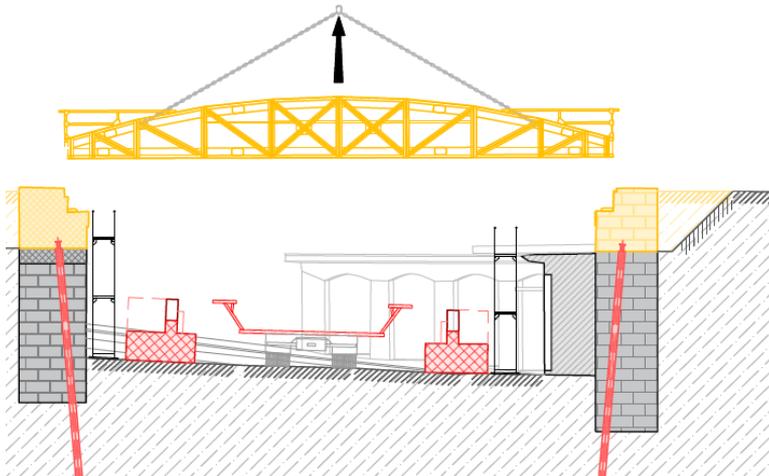
Exemple d'un pont ferroviaire réalisé en opération coup-de-poing (OCP)

Phasage / déroulement des travaux :

L'opération coup-de-poing (55hrs)

Etape 1 : (25hrs)

- Préparation LC, voie,...
- Dépose du pont existant
- Démolition des culées



Dimanche 04h : Fin de la démolition des culées existantes

2.1 - Le pont de Chexbres

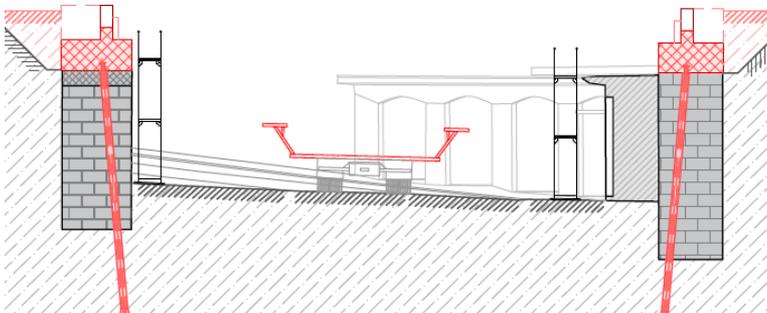
Exemple d'un pont ferroviaire réalisé en opération coup-de-poing (OCP)

Phasage / déroulement des travaux :

L'opération coup-de-poing (55hrs)

Etape 2 : (7hrs)

- Pose des nouveaux bancs d'appuis préfabriqués
- Réglage / scellement



Dimanche 07h : Pose des bancs d'appuis

2.1 - Le pont de Chexbres

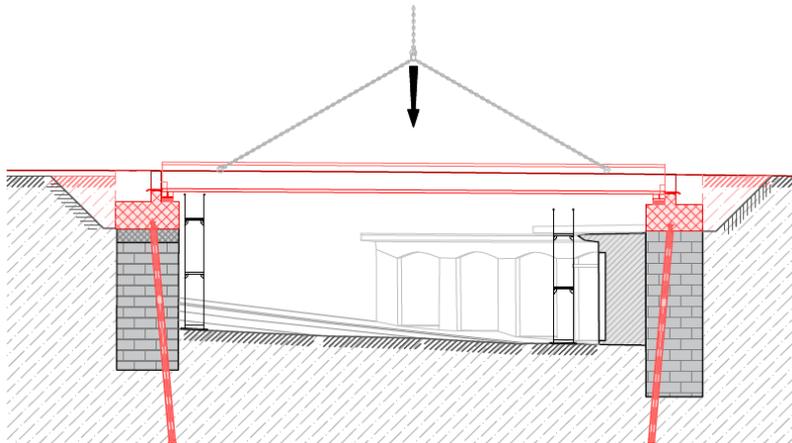
Exemple d'un pont ferroviaire réalisé en opération coup-de-poing (OCP)

Phasage / déroulement des travaux :

L'opération coup-de-poing (55hrs)

Etape 3 : (15hrs)

- Pose du nouveau pont (5hrs)
- Pose des 2 passerelles de service (7hrs)
- Pose de la passerelle piétonne (3hrs)



Dimanche 13h : levage du nouveau pont

2.1 - Le pont de Chexbres

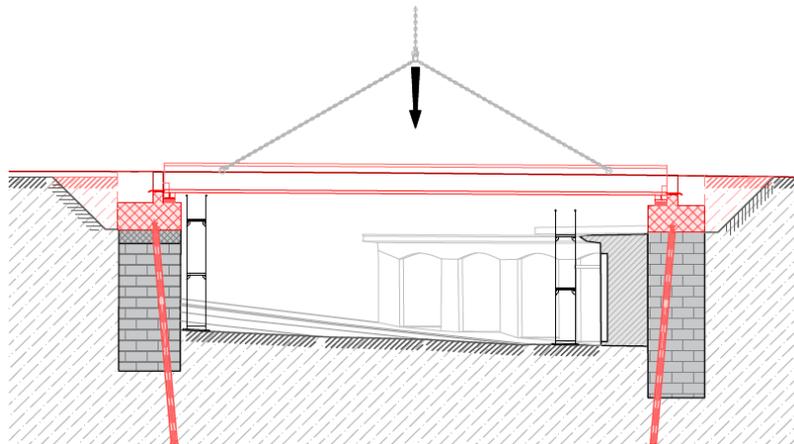
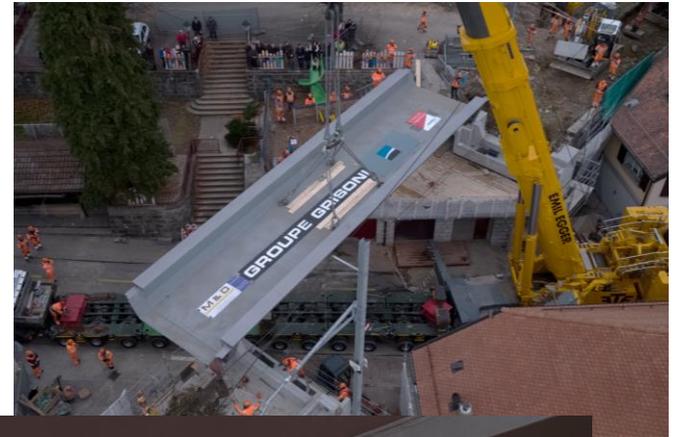
Exemple d'un pont ferroviaire réalisé en opération coup-de-poing (OCP)

Phasage / déroulement des travaux :

L'opération coup-de-poing (55hrs)

Etape 3 : (15hrs)

- Pose du nouveau pont (5hrs)
- Pose des 2 passerelles de service (7hrs)
- Pose de la passerelle piétonne (3hrs)



Dimanche 14h : pose du nouveau pont

2.1 - Le pont de Chexbres

Exemple d'un pont ferroviaire réalisé en opération coup-de-poing (OCP)

Phasage / déroulement des travaux :

L'opération coup-de-poing (55hrs)

Etape 4 : (8hrs)

- Ballastage
- Pose de la voie
- Mise en service



Dimanche 18h : Ballastage du nouveau pont

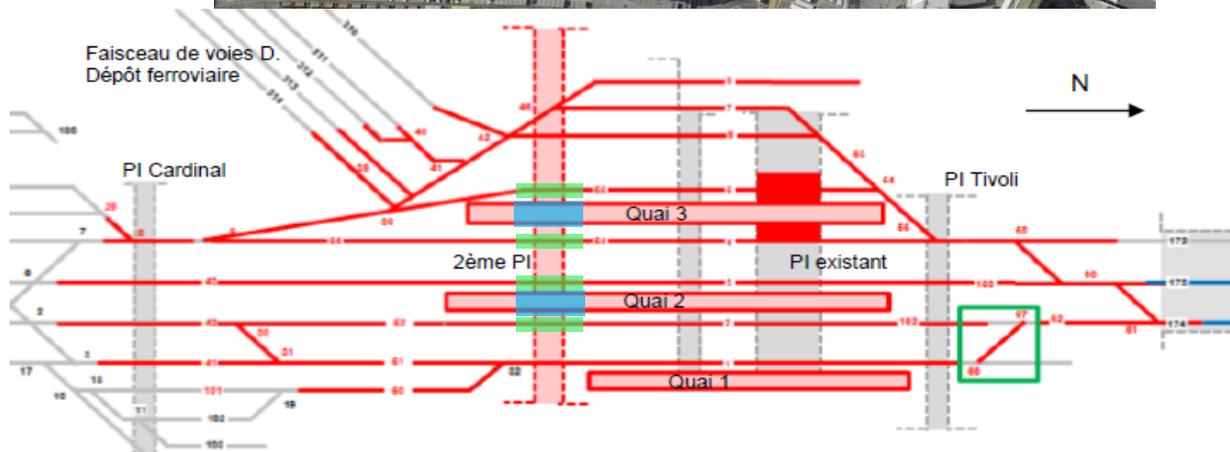
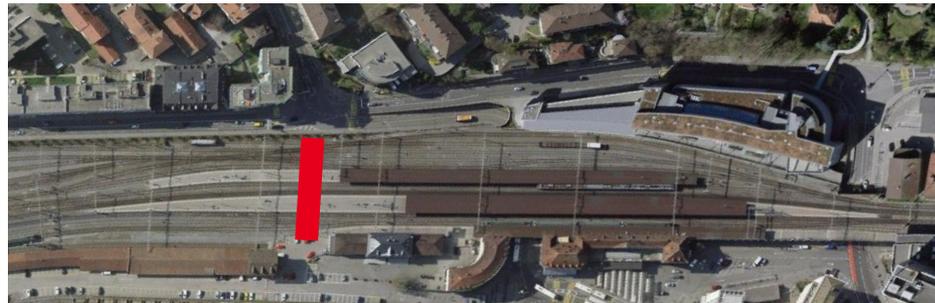
2.2 - Le nouveau PI de la gare de Fribourg

Exemple d'un ouvrage ferroviaire réalisé avec des ponts provisoires

Contexte : Traversée de l'ensemble du faisceau de voies

Mesures d'exploitations :

- seule 1 voie à la fois peut être interdite en permanence,
- travaux de nuit env. 5hrs/nuit sur 1 voie,
- 4 OCP pour la pose des 4 ponts provisoires et des 2 quais provisoires



2.2 - Le nouveau PI de la gare de Fribourg

Exemple d'un ouvrage ferroviaire réalisé avec des ponts provisoires

Phasage : Travaux préparatoires

- Pieux de berlinoise (travaux de nuit)
- Micropieux des ponts provisoires (travaux de nuit)
- Préfabrication des socles en béton

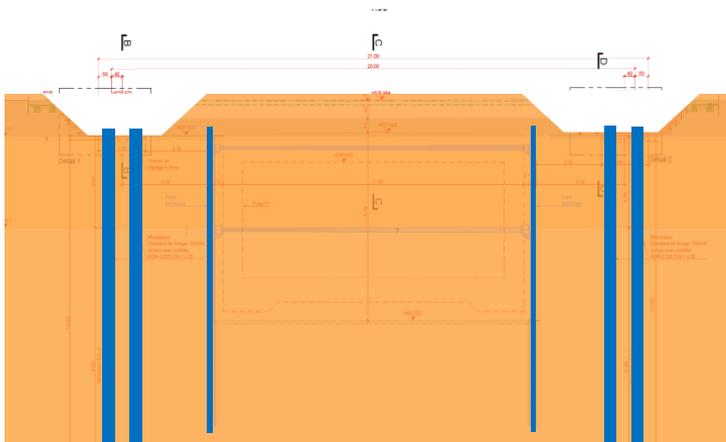


2.2 - Le nouveau PI de la gare de Fribourg

Exemple d'un ouvrage ferroviaire réalisé avec des ponts provisoires

Phasage : Opération coup-de-poing (12hrs)

- Terrassement (2hrs)
- Recépage des micropieux (4hrs)

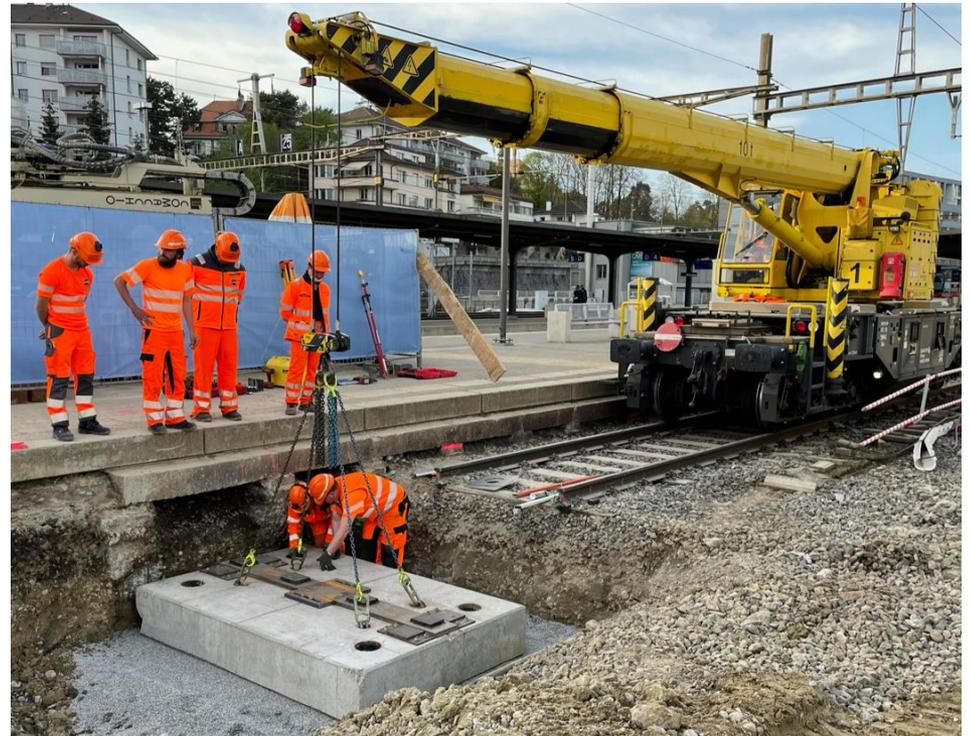
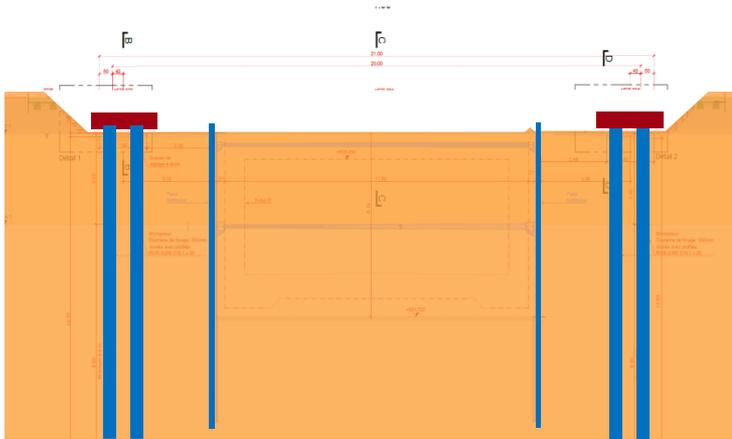


2.2 - Le nouveau PI de la gare de Fribourg

Exemple d'un ouvrage ferroviaire réalisé avec des ponts provisoires

Phasage : Opération coup-de-poing (12hrs)

- Pose et réglage des socles (2hrs)



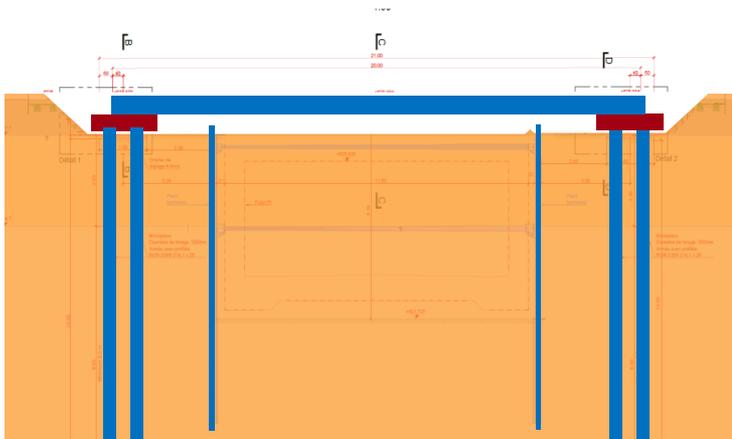


2.2 - Le nouveau PI de la gare de Fribourg

Exemple d'un ouvrage ferroviaire réalisé avec des ponts provisoires

Phasage : Opération coup-de-poing (12hrs)

- Pose du pont provisoire (1hrs)

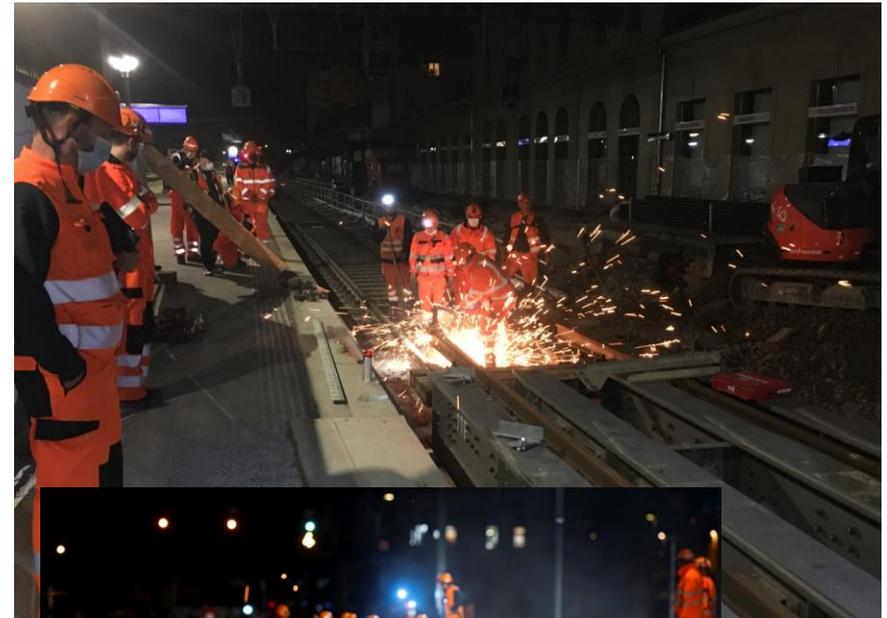
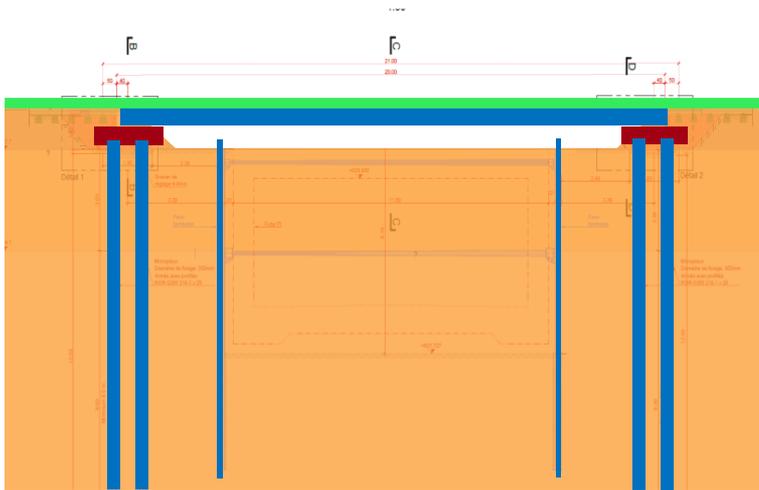


2.2 - Le nouveau PI de la gare de Fribourg

Exemple d'un ouvrage ferroviaire réalisé avec des ponts provisoires

Phasage : Opération coup-de-poing (12hrs)

- Mise en service (éclissage, bourrage,...) : 3hrs

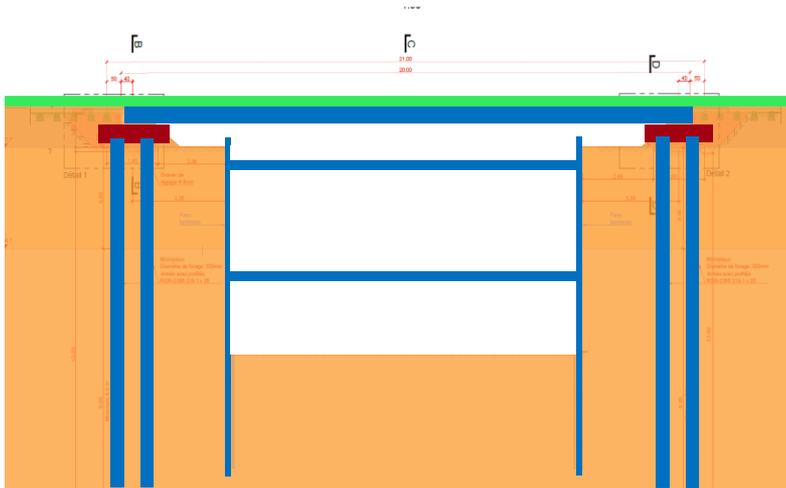


2.2 - Le nouveau PI de la gare de Fribourg

Exemple d'un ouvrage ferroviaire réalisé avec des ponts provisoires

Phasage : Construction du nouveau PI

- Travail en taupe, sous les ponts provisoires

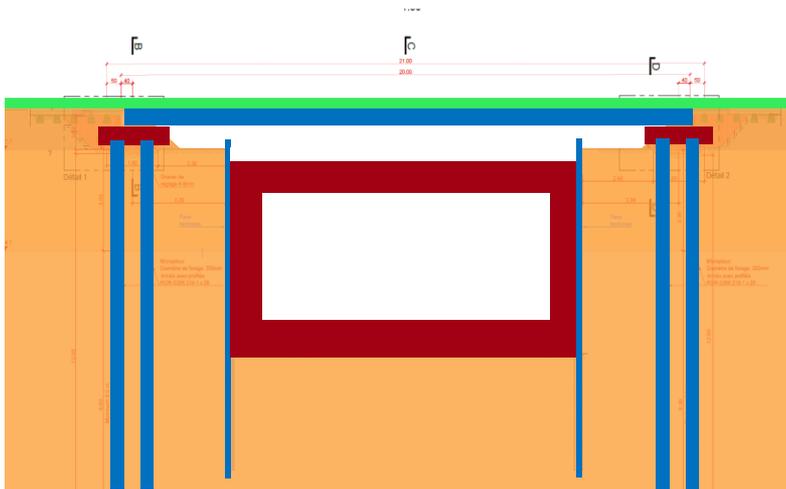


2.2 - Le nouveau PI de la gare de Fribourg

Exemple d'un ouvrage ferroviaire réalisé avec des ponts provisoires

Phasage : Construction du nouveau PI

- Réalisation du nouveau PI



3 - Conclusion

Les perspectives CFF

- Augmentation du trafic marchandises et des trains de nuit
- Nouveaux horaires horizon 2025 visant plus de robustesse
- Construction de nouvelles lignes ?
- Augmentation du coût des chantiers -> importance de la durabilité
- Améliorations des techniques de construction
 - Moyens de levage plus puissants
 - Nouveaux ponts provisoires (type Essen)





3 - Conclusion

Opération coup-de-poing / pont provisoire

Opération coup-de-poing:

Réussite = anticipation

- Maximum de préfabrication
- Éliminer toutes les incertitudes

Points clés pont provisoire :

- Ouvrage définitif réalisé de manière standard
- Application des principes de l'OCP pour la pose des ponts provisoires

3 - Conclusion

Opération coup-de-poing / pont provisoire

Avenir :

Rapidité = préfabrication -> alléger les structures (exemple CFUP)
technologie des connexions (assemblages des préfa.)



PI de l'Aiguillon (1er pont ferroviaire entièrement en CFUP)