

28 juin 2011 à Brest Réhabilitation du Pont de Recouvrance

La délégation Grand Ouest a organisé le 28 juin 2011, en partenariat avec Construiracier, une journée technique consacrée à la réhabilitation du Pont de Recouvrance à Brest.



Rappel du programme

9h00 Accueil à l'hôtel OCEANIA - BREST

9h30 Introduction de la journée par la délégation AFGC Grand Ouest et Construiracier

*Christian TESSIER, AFGC, Gérard GRILLAUD - CSTB
Michel ROYER-MULLER - Construiracier*

9h45 Contexte de l'opération, établissement du programme, études de faisabilité

Philippe RYSBKI - Direction Voirie-Infrastructure (Brest Métropole Océane)

10h15 Un Tram pour l'Agglo

Véronique GELEBART - Responsable Infrastructure (Sem-Tram mandataire opération tramway)

10h45 Pause café

11h15 Conception de la réhabilitation mécanique et génie-civil

Françoise PRUNIER - Directrice d'Etudes (SETEC TPI)

12h00 Confortement du Pont de Recouvrance, le chantier

Bertrand PETIT, Directeur Exploitation France (Freyssinet)

12h30 Etudes et réalisations, mécanique et charpente métallique

Pascal FRETAUD - Chef de Projet (Joseph Paris)

13h00 Montage et réglage des équipements

Bertrand DELEPORTE - (ENDEL)

13h15 Déjeuner

14h30 à 16h30 : Visite du chantier commentée par les intervenants

Synthèse des interventions

Présentation de l'ingénierie du vent CSTB

Gérard GRILLAUD

Thématiques:

- Etudes climatiques
 - propriétés du vent, vent de référence, réglementation
 - potentiel éolien
- Etudes en soufflerie
 - charges de vent, comportement dynamique
 - dispersion de polluants
 - ambiances climatiques, ventilation naturelle
- Etudes théoriques, analytiques, numériques
 - calculs au vent turbulent, simulations temporelles, calculs CFD
- Etudes sur site
 - identification modale, réponse dynamique, réponse au vent
 - réduction des vibrations

Etudes en soufflerie : Soufflerie climatique Jules verne

Etudes échelle 1 sur éléments ou parties de bâtiments, véhicules, équipements, panneaux, soumis aux actions climatiques dont le vent.

Veine environnement (>100 m²)

Tempêtes de pluie ou de sable

Veine thermique (140 km/h)

Vent et :

- température (-25, +50 deg. C)
- pluie calibrée
- hygrométrie
- neige
- brouillard
- soleil
- givrage
- banc à rouleaux, système d'extraction de gaz

Etudes en soufflerie : Soufflerie à couche limite



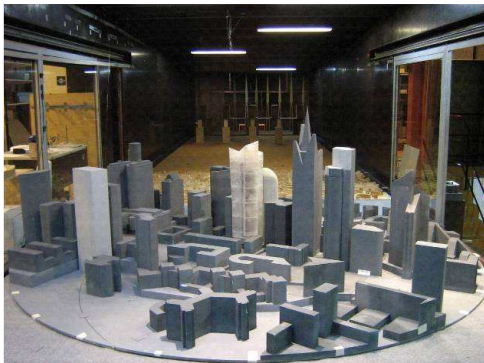
Simulation de la couche limite atmosphérique, échelles du 1/100 au 1/1000, conditions de vent de « mer », « rase campagne », « suburbain » et « urbain »

Charges de vent

- Sur prototype échelle 1, avec des mesures acoustiques
- Sur maquette à échelle réduite en utilisant des mesures de pressions synchrones, des balances dynamométriques et des jauges de contraintes

Etudes de charges de vent sur base de maquettes rigides

- Charges locales (mesures de pressions),
- Sollicitation d'ensemble, cas de charges associés, et réponse dynamique (mesures de pressions synchrones et mesures par balance dynamométrique)



Réponse dynamique et phénomènes aéroélastiques sur structures élancées

- Procédures Expérimentales:
 - Sections de tablier
 - Etude aéroélastiques partielles
 - Maquettes complètes
 - Réduction des vibrations
 - Comportement dynamique des haubans
 - Maquette sectionnelle de tablier monté sur banc dynamique
 - Stabilité et coefficients aéroélastiques
 - Détachement tourbillonnaire
 - Effets d'admittance
 - Coefficients aérodynamiques
 - Optimisation
 - Maquette à fils ou tubes tendus
 - Déformées modales des modes fondamentaux
 - Réponse mode par mode

Les manifestations régionales

- Maquette aéroélastique complète
- Mesure directe de la réponse

Les études aérodynamiques du pont de l'Iroise

Un sillage particulier



Le pont Albert Loupe à l'amont du pont de l'Iroise

Les études aérodynamiques du pont de Térénez

Un environnement complexe

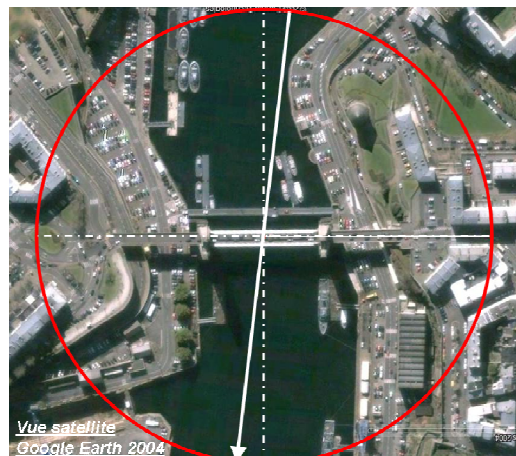


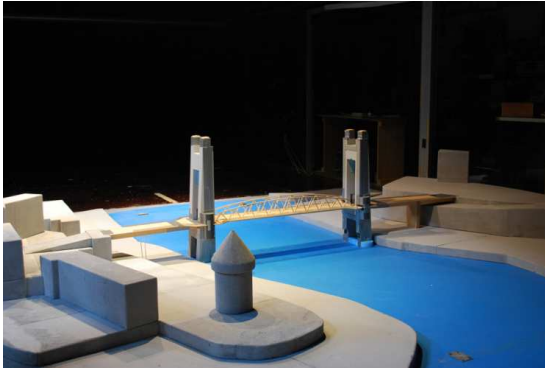
Caractérisation des propriétés du vent par mesures sur site

Les études aérodynamiques du pont de Recouvrance

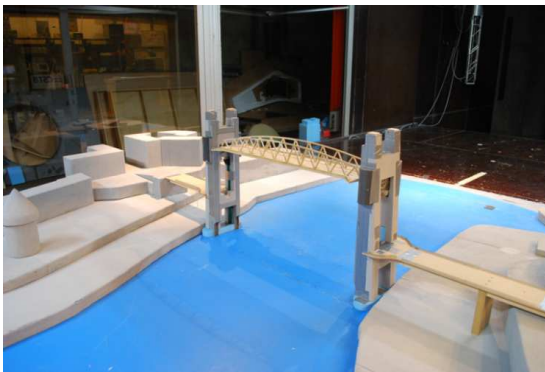
Des sollicitations particulières: soulèvement au niveau des 4 appuis du tablier

Environnement reproduit en soufflerie





Maquette au 1/100, tablier en position basse



Maquette au 1/100, tablier en position haute

Contexte de l'opération, établissement du programme, études de faisabilité

Philippe RYSBKI - Direction Voirie-Infrastructure (Brest Métropole Océane)

Éléments de contexte

1 - Historique du franchissement de la Penfeld

- Le bac du moyen âge jusqu'à 1861
- Le pont « national » tournant construit de 1856 à 1861
- La libération et la construction de deux nouveaux ouvrages, le pont de l'Harteloire inauguré en 1951 et le pont de Recouvrance inauguré en 1954



2 - Construction du pont de Recouvrance

- Financement ville de Brest
- Ministère des Travaux publics et des transports, ingénieur en chef Robinson
- Construction de 1950 à 1953 par Société Fives-Lille/Télémechanique Electrique/DCAN



Longueur totale : 223 m
Hauteur des pylônes : 64 m
Position routière 27m/NPBM ; position haute 53 m/ NPBM
Poids travée mobile : 525 T
Dalle Robinson : système tôles cintrées et béton associé (gain en poids de 30 %)
50 Levées/an
Cycles d'environ 15 minutes (2'30 /mvt)
3 moteurs (GV 15 m /mn; MV 5 m/mn ; PV 0,6 m /mn)

3 - Gestion et vie de l'ouvrage

- Exploitation de la base navale : tirant d'air - tirant d'eau
- Exploitation routière / circulations
- Convention d'exploitation et d'entretien entre ville de Brest et Marine Nationale dès 1955
- Maintenance et vieillissement de l'ouvrage



Le Tramway et les premières études de faisabilité

Le passage du Tramway

- Etudes du CETE (APS Tramway 1987/1990) hypothèses et conclusions
- Doublement de l'ouvrage (1975/1996)
- Etudes de JMI (2003), limites et impact sur travée mobile et gabarit

Etablissement du programme

Une nouvelle étude de faisabilité (2007 - Eurodim, Concrete)

- Diagnostic (vérification hypothèses, état des structures et mécanismes, travaux de mise à niveaux nécessaires ou souhaitables)
- Possibilité et conditions de l'intégration de cheminements piétons cycles
- 3 solutions étudiées

Synthèses et analyse multicritères sur 3 solutions :

- Aménagement / circulations
- Sécurité
- Homogénéité des charges d'exploitation (Tramway, 19T, 30T)
- Pérennité comparée, homogénéité
- Maintenance et coûts associés
- Durée des travaux et interruption tout trafic
- Coût (de 9,2 M€ à 11,5 M€)

L'élargissement, une nouvelle travée mobile et une refonte complète des mécanismes, le choix :

- des usages (choix d'aménagement, pas de restrictions sur charges)
- de la durée de vie, de l'homogénéité des structures et des équipements, de coûts de maintenance maîtrisés

La prise en compte des contraintes marine (maintien du tirant d'air, fonctionnalités)

Le maintien des termes de la convention initiale

Un Tram pour l'Agglo

Véronique GELEBART - Responsable Infrastructure (Sem-Tram mandataire opération tramway)

Itinéraire général de la première ligne retenue

Longueur : 14,3 km.
Stations : 27

Vitesse commerciale : 20 km/h
Fréquence HP : 5 minutes
Nombre de rames : 20
4 parkings relais au sol
Cout : 308 M€ HT juillet 2006

Le projet

1- Les aménagements urbains de la ligne

- Les déplacements de réseaux
- Les travaux préparatoires
- La voirie : de façade à façade : terrassement, revêtements bordures, fourreaux, parkings relais
- Les espaces verts : plantations et engazonnement
- L'éclairage public
- Le mobilier urbain : abris, garde corps, poubelles
- La signalisation routière : feux, jalonnement, panneaux routiers et marquage au sol

2- Les aménagements de la ligne spécifiques au tramway

- La voie ferrée : terrassement, pose de voie, plateforme béton
- La ligne aérienne : fondations, mats et le fil de contact
- La signalisation ferroviaire : feux particuliers aux tramways
- Les petits batiments : sous-stations électriques, parking relais
- Les courants forts : équipements de sous-stations
- Les courants faibles : système d'aide à l'exploitation, gestion technique centralisée, poste de commande centralisé, billettique, radio, vidéosurveillance, information voyageur
- Les transmissions audio - video



Rue Jean Jaurès, un nouvel espace pour les piétons

Les enjeux financiers

- Les réseaux : à charge Bmo : 25 M€ HT
- Les travaux préparatoires : 6 M€ HT
- La voirie : 70 M€ HT
- Les espaces verts : 6 M€ HT
- L'éclairage public : 5 M€ HT
- Le mobilier : 5 M€ HT
- La signalisation routière : 4 M€ HT

- La voie ferrée : 52 M€ HT
- La ligne aérienne : 8 M€ HT
- La signalisation ferroviaire : 2 M€ HT
- Les petits bâtiments : 2 M€ HT
- Les courants forts : 6 M€ HT
- Les courants faibles : 7 M€ HT
- Transmissions : 3 M€ HT

Centre d'Exploitation et de Maintenance du Tramway



Matériel roulant

Estimation globale : 42 M€ HT



Pont de Recouvrance



Pont de Recouvrance : enjeux financiers

- Génie civil : 5 M€ HT
- Charpente métallique : 3 M€ HT
- Mécanismes : 6 M€ HT
- Equipements électriques : 1 M€ HT

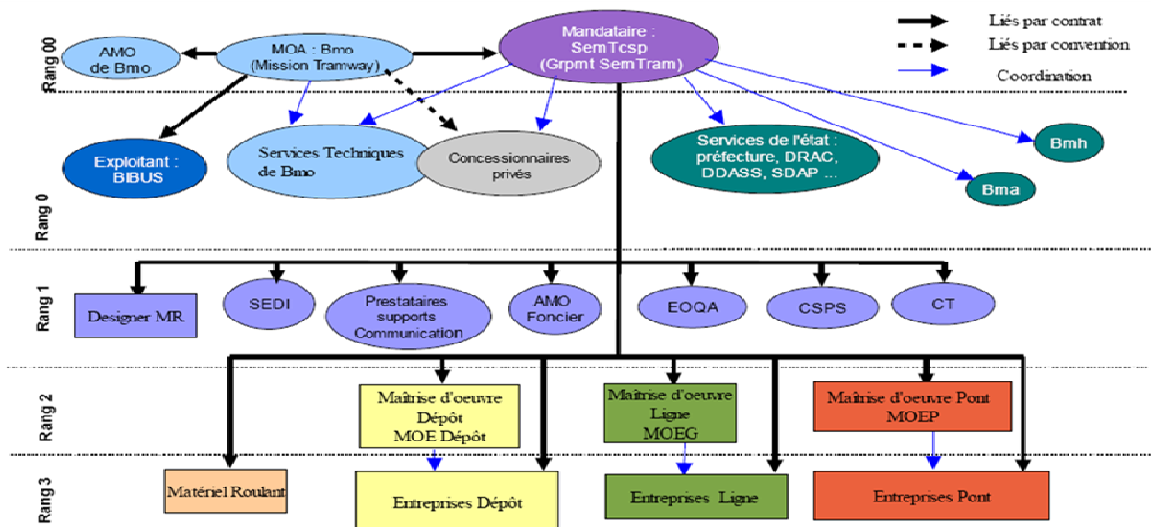
Estimation globale : 15 M€ HT

Organisation générale

La qualité : Maîtrise des documents et des échanges : le SEDI (Système d'Echanges de Données Informatisées) :

- Classer les documents
- Identifier et suivre les versions
- Echanger les documents
- Viser les documents
- Transférer

Une plateforme d'échange par Internet (FusionLive) imposée à tous les acteurs

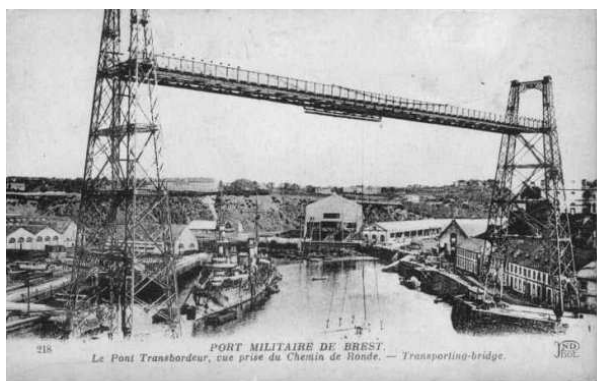


Actuellement : 97 sociétés et 447 personnes, 8 000 Mo de documents
Par mois : 4 000 connexions, 600 messages, 15 000 documents consultés

Conception de la réhabilitation mécanique et génie-civil

Françoise PRUNIER - Directrice d'Etudes (SETEC TPI)

Un peu d'histoire



Quelques dates :

- 1631 : Richelieu crée la Marine du Ponant et le port en Penfeld
- 1683 : Vauban fortifie la ville
- 1790 : 10 000 ouvriers travaillent à l'Arsenal
- 1856 : Napoléon III autorise la construction d'un pont sur la Penfeld
- 1861 : Inauguration du « pont National »
- 1944 : Destruction du « pont National »
- 1954 : Inauguration du pont de Recouvrance

Du pont tournant au pont levant

Il fallut attendre le 17 juillet 1954 pour que le Pont National (pont tournant) soit remplacé par le pont de Recouvrance.

Ce fut longtemps le plus grand pont levant d'Europe, avec sa travée levante de 88,50 m en treillis Warren de 7 m de hauteur, d'un poids de 515 tonnes.

Sa plateforme est large de 9 m. Il dégage un gabarit compris entre 27 m et 53 m au dessus des PBM.

Il comporte, côté Brest, deux travées en béton armé de 23,3 m et 39,5 m de longueur et côté Recouvrance une travée de 42,3 m de longueur et d'une culée creuse de 15,20 m de longueur.

Les pylônes en béton armé, hauts de 64 m au-dessus des quais.

Le pont existant

- Conception de l'ouvrage : J.R. Robinson
- Système d'équilibrage très performant, prépondérance sur appui 72 t.
- Travée pouvant être montée ou descendue pour évacuation.
- Première « dalle Robinson » sur la travée mobile
- Travée de 88 m : 525 tonnes équipée
- Plus grande travée à poutres en béton armé.
- Travaux de génie civil : Entreprise Sainrapt et Brice
- Travaux de charpente : Compagnie Fives-Lille

Programme des travaux

Dans le cadre de la création de la première ligne de tramway Brestoise les travaux à réaliser sur le pont de Recouvrance comprennent :

- La création d'une plateforme mutualisée pour le tramway et la circulation routière.
- La création de cheminements mutualisés piétons et cyclistes.
- Le remplacement de la travée levante
- La réhabilitation et le remplacement des équipements mécaniques, électriques et des automatismes.
- La réhabilitation des ouvrages d'accès et de leurs appuis.
- Le changement des appareils d'appuis.
- Le ragréage et la protection des bétons.

Contraintes et enjeux de la réhabilitation

- Maintenir le gabarit de navigation => pont à poutres latérales
- Conservation des pylônes => maintien des axes de levage.
- Limiter le poids de la travée équipée pour limiter la recharge des contrepoids => travée métallique à dalle orthotrope, revêtement des trottoirs en bois, insertion des rails dans les augets.
- Maintenir une prépondérance adéquate
- Réduire la durée de coupure fluviale
- Réduire la durée de coupure routière

Parti Architectural





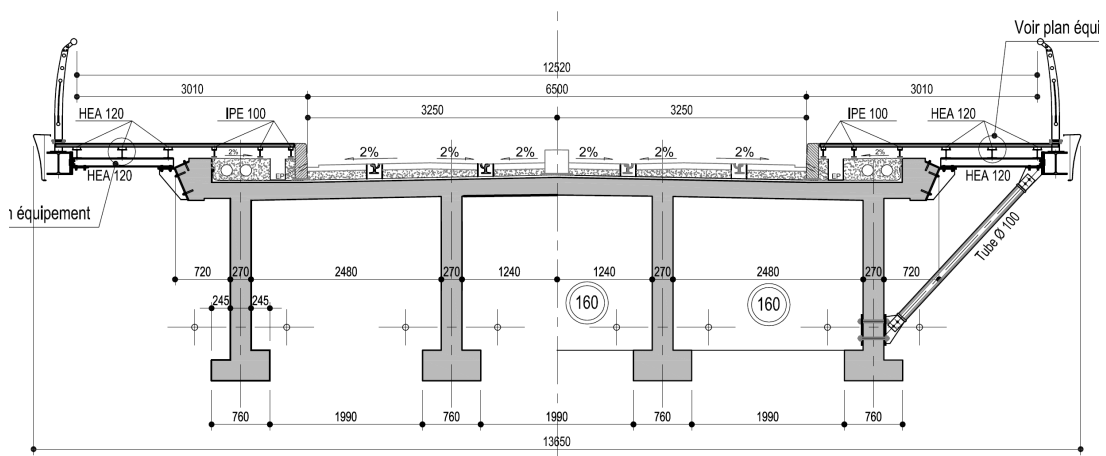
Contraintes exportées du tramway

- Rames de 40 mètres, 88 tonnes en charge.
- Limitation des rotations au niveau des joints de rails : 0,01 radians.
- Insertion des rails en limitant la recharge sur les tabliers
- Implantation des supports de LAC
- Sécurité du fonctionnement
- Mutualisation totale de la plateforme (un tramway en charge + 2 Camions Bc sur chaque voie)

Vérifications et renforcements

- Appropriation des documents d'époque
 Modélisation de l'existant y compris ferrailage en place
 Choix des hypothèses et règles de calcul en particulier limitation de l'allongement des aciers en place
 Choix du type de renforcement :
- précontrainte droite pour la flexion
 - fibre de carbone pour l'effort tranchant
 - fibre de carbone pour les dalles

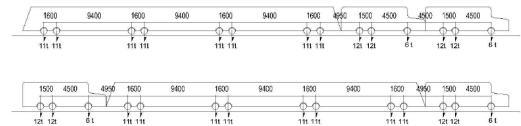
Travées d'accès Coupes



Coupe projet
 Chaussée de 6,5 m avec séparateur franchissable de 0,30 m ; Trottoirs de 3 m

Dimensionnement des renforcements

Charges prises en compte :
 Plateforme par voie:



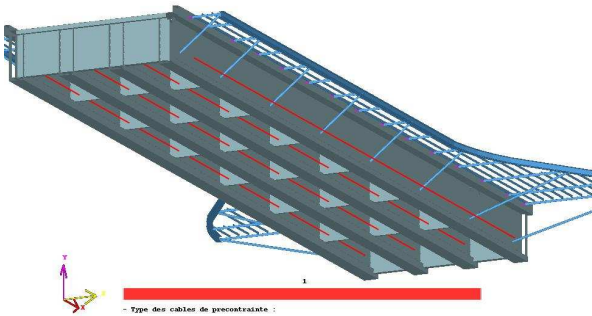
Trottoirs : 150 daN/m² cumulé aux charges routières ou 450 daN/m² sans cumul

Règles de renforcement de la précontrainte additionnelle :

- Classe III du BPEL:
- Reprend l'écart de moment sollicitant origine_futur pour ne pas surtendre les aciers passifs.
 - Reprend l'écart entre le moment résistant des poutres et le futur moment sollicitant.

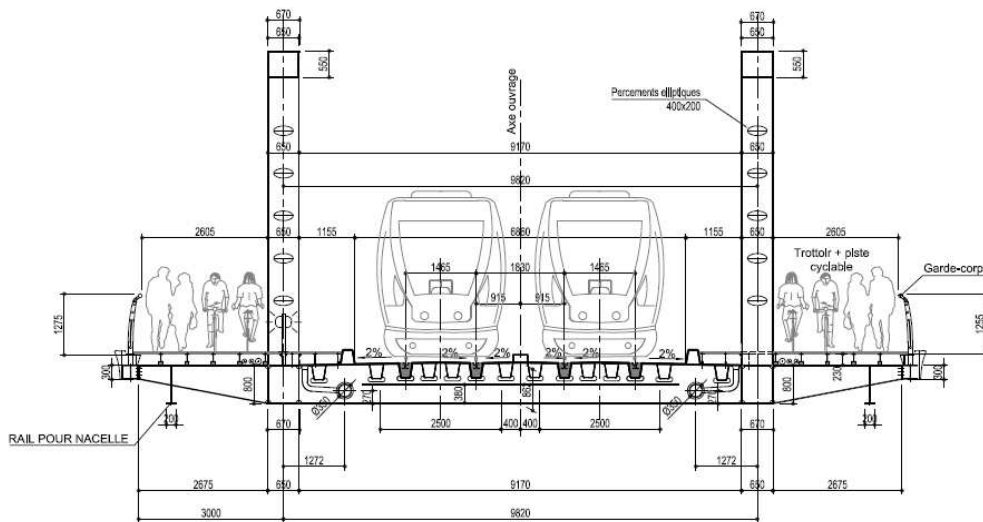
Travées d'accès- Renforcement

Modélisation de chaque travée complète avec les encorbellements et la précontrainte additionnelle.

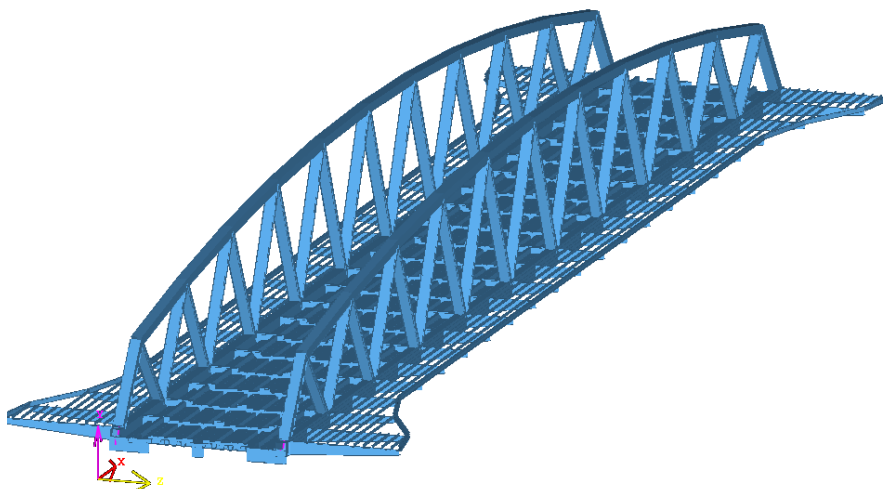


Travée mobile

- Poutres Warren variant de 5,3 m à 9,4 m en hauteur
- Entraxe des poutres inchangé de 9,62 m
- Membres en caissons de 0,65 m de large
- Diagonales en PRS avec âmes percées
- Dalle orthotrope en tôle de 18 avec augets ouverts pour insertion des rails.
- Entretoises tous les 4 m en PRS de 0,8 m de haut.
- Augmentation de surface du tablier de 50 %
- Poids total de la travée équipée 635 t (+ 25%) dont 480 t d'acier S 355.
- Peinture C5 ANV

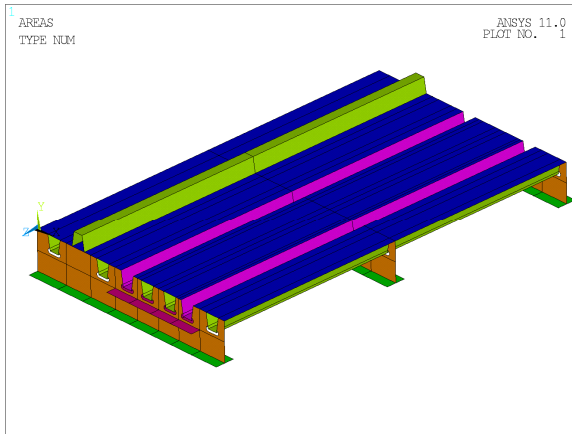


Modèle global de calcul - Travée centrale



Programme Pythagore développé par Setec TPI: Modèle global de la travée y compris encorbellements
Dalle orthotrope modélisée

Etudes locales de la dalle - Augets de rails



Modèle local de la dalle orthotrope sous ANSYS :
Vérification des contraintes locales
Etudes des contraintes de fatigue.

Génie civil des Pylônes

Réparation et protection des bétons sur toute la hauteur
Réfection et mise en sécurité des accès
Renforcement par TFC des dalles supérieures des salles des machines
Changement de tous les mécanismes sauf contreponds (rechargés)

Cinématique de manœuvre

Au niveau de chacun des 4 pylônes :

- 4 câbles de suspension
- 1 molette
- 1 contreponds principal 140t (init: 109,5t)
- 1 câble de manœuvre
- 1 poulie inférieure
- 1 poulie double
- 1 tambour
- 1 câble de CPA
- 2 poulies supérieures
- 1 contreponds auxiliaire 18t

En moyenne :

65 cycles (montée+descente) par an

Durée d'une manœuvre = 3 minutes

Consistance des travaux mécanismes

Remplacement de tous les câbles
Remplacement de toutes les poulies et molettes
Remplacement des treuils de manœuvre de la travée
Recharge des contreponds principaux
Conservation des contreponds auxiliaires
Remplacement des armoires électriques
Remplacement du système de contrôle-commande
Equipements d'exploitation (vidéo, sono, barrières, sig fluviale)
Remise en état des ponts roulants (salle des machines et pylônes)
Remplacement des treuils de manœuvre des contreponds

Les manifestations régionales

Les câbles

Câble comportant 9 torons extérieurs de 36 fils sur une âme métallique plastifiée

Revêtement Galvanisé

Câbles de suspension :

Charge minimale de rupture : 4 305 kN

Diamètre nominal : 66 mm

Masse au mètre : 21,16 kg/m

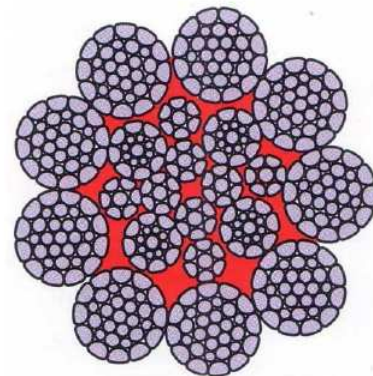
Câbles de manœuvre et CPA :

Charge minimale de rupture : 3 114 kN

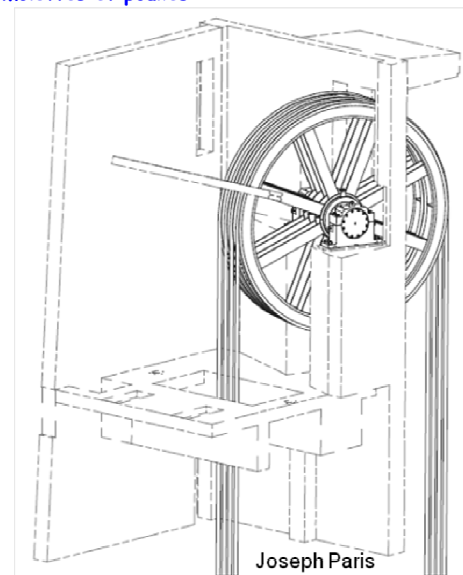
Diamètre nominal : 60 mm

Masse au mètre : 18,01 kg/m

Coupe transversale :



Les molettes et poulies



4 Molettes :

Diamètre : 3970 mm

Masse : 8 t

4 Poulies inférieures :

Diamètre : 1400 mm

Masse : 700 kg

8 Poulies supérieures :

Diamètre : 1400 mm

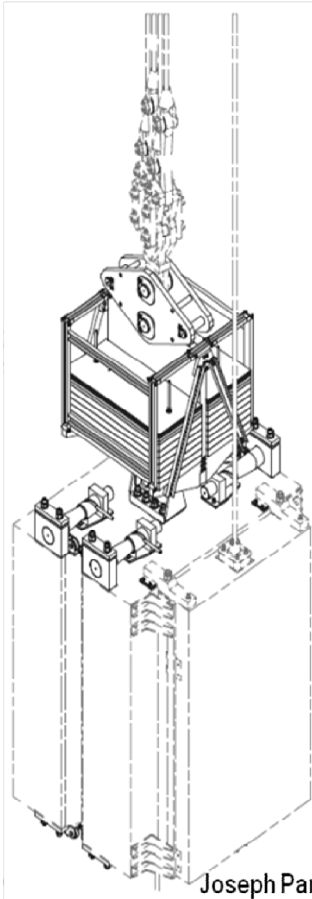
Masse : 500 kg

4 Poulies doubles :

Diamètre : 1400 mm

Poids : 900 kg

Les contrepoids



Les manifestations régionales

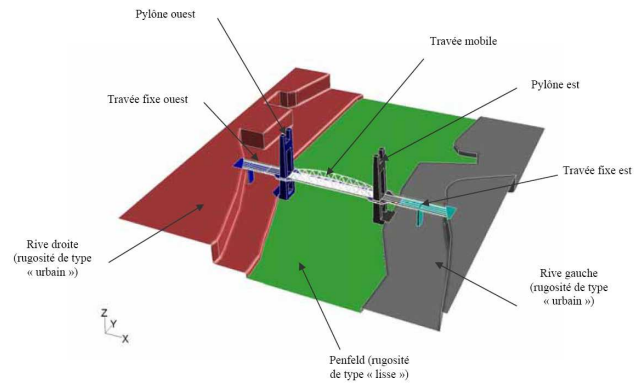
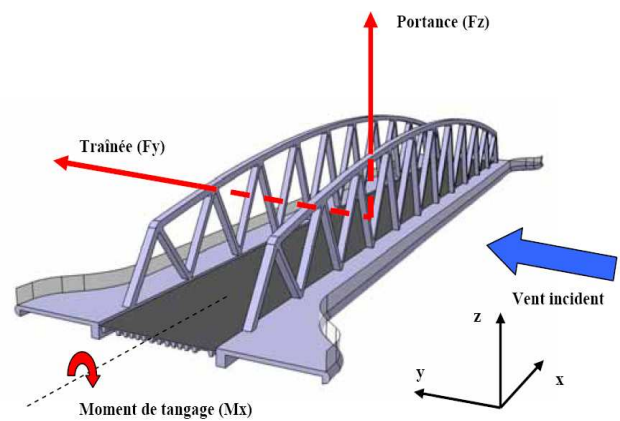


Fig.10 : Prise en compte des rugosités du site

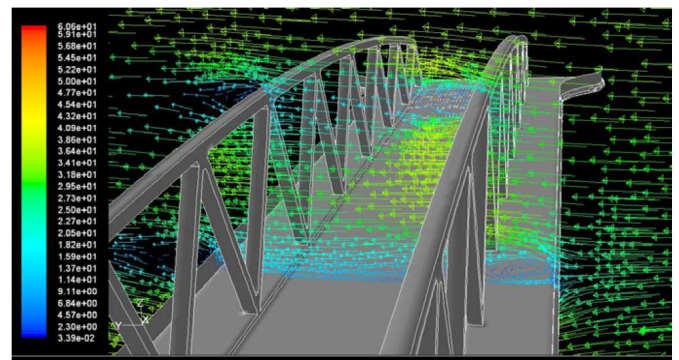
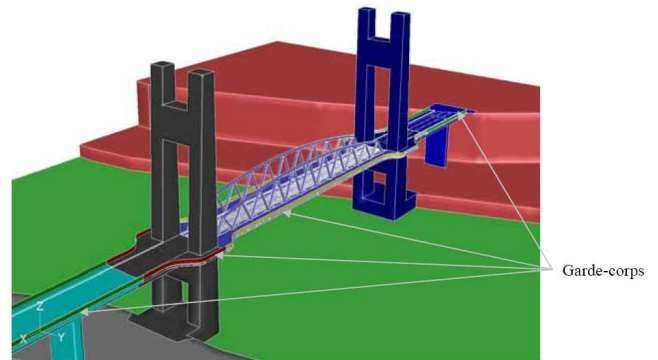


Equilibrage des manœuvres et prépondérance

- La travée est équilibrée lors des manœuvres (Travée - Contrepoids = 5 t)
- Les contrepoids sont composés de deux parties : CP principal et CP auxiliaire 18 t.
- Sur appui la travée « pèse » les contrepoids auxiliaires soient 72 t, c'est la prépondérance.
- Choix de garder les CP auxiliaires et de recharger les CP principaux
- Sécurité vis-à-vis du décollement en position routière.

Les effets du vent

- Vitesse de référence 26 m/s
- Calcul de la portance suivant les eurocodes : 1800 kN de soulèvement
- Approche par simulation numérique
- Confirmation par essais en soufflerie.
- Etude numérique



Etude ERI Dynamics : 225 kN de soulèvement

Confortement du Pont de Recouvrance, les travaux

Bertrand PETIT, Directeur Exploitation France (Freyssinet)



En remplacement du pont National détruit durant la seconde guerre mondiale, le pont de Recouvrance a été construit de 1950 à 1954



- Une travée mobile de 550 tonnes
- La travée est équilibrée par 4 contrepoids de 109.5 tonnes
- Pour levée la travée 4 contrepoids auxiliaires de 18 tonnes sont posés sur les contrepoids principaux
- Chaque pylône contient 1 contrepoids principal et un contrepoids auxiliaire
- Les treuils sont positionnés entre les pylônes

Planning des travaux

Dates clefs

Notification du marché → 10-05-2010 → Délais 17 mois hors pose des rails

Période de préparation → 11-05-2010 / 10-08-2010

Travaux de renforcement des travées d'accès → 11-08-2010 / 09-03-2011

- Renforts en béton projeté
- Précontrainte additionnelle
- Renforts en Fibre de carbone (TFC®)

Coupure Fluviale → 09-03-2011 / 12-08-2011

- Dépose et remplacement des treuils, câbles de levage et poulies
- Mise en place de contrepoids complémentaires
- Travaux de réparation des bétons sur les pylônes
- Pose des consoles d'élargissement des travées d'accès
- Mise en peinture des poutres béton

Coupure routière → 04-07-2011 / 28-10-2011 (dont 5 semaines pour pose des rails)

- Changement de la travée métallique
- Pose des platelage de trottoir et des garde-corps sur travée métallique
- Mise en œuvre des alimentations électriques et réseaux de contrôle
- Réfection de l'étanchéité des tabliers béton
- Réfection des trottoirs béton
- Sciage des parapets et pose des garde-corps sur travée béton
- Renforcement de la culée coté Brest
- Vérinage des travées béton et réalisation des appuis
- Réalisation des enrobés après pose des rails par ETF
- Mise en œuvre des joints de chaussée
- Essais statiques des tabliers

Repli de chantier et réception → 18-10-2011 / 06-11-2011

Le renforcement

Travaux de renforcement des travées d'accès → 11-08-2010 / 09-03-2011

Les échafaudages

Les échafaudages prennent appuis sur les berges de la Penfeld et autorisent tous les travaux à réaliser en sous face des ouvrages béton et des pieds de pylônes.

La circulation des véhicules et piétons bd de la Marine et dans l'arsenal est maintenue

Travaux de renforcement des travées d'accès → Coté Brest



Travaux de renforcement des travées d'accès → Réparation des bétons



Travaux de renforcement des travées d'accès →
Réparation des bétons

- Repiquage des bétons dégradés
- Mise en œuvre de ferrailage complémentaire
- Renfort des talons de poutre et zones fortement dégradées en béton projeté voie sèche
- Ragréage des zones épaufrées au mortier Foreva® M 110

Travaux de renforcement des travées d'accès →
Renforcement en béton projeté des abouts de poutre



Travaux de renforcement des travées d'accès →
Renforcement en fibre de carbone (TFC®) des poutres



Travaux de renforcement des travées d'accès →
Précontrainte supplémentaire des poutres



Les manifestations régionales

Travaux de renforcement des travées d'accès →

Renfort des hourdis des travées d'accès et des dalles de pylône

Travaux réalisés de nuit sous coupure de la circulation routière → 17-01-11 / 25-02-11



Equipements → Dans les pylônes

Travaux Préparatoires dans les pylônes →

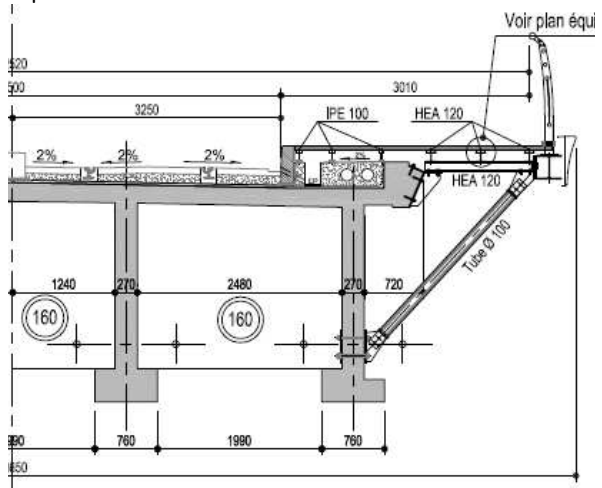
Dépose et révision d'équipements dans les pylônes

Equipements → Sur les tabliers

Mise en place des encorbellements → 28-02-11 / 18-07-2011

Mise en place des platines sur les corniches béton

Mise en place des 80 tonnes de charpente avec un chariot depuis le tablier



Travaux sur Pylônes

Montage des échafaudages → 31-01-2011 / 30-03-2011

Travaux réalisés de nuit sous coupure de la circulation routière → 11/02/11

Les 4 Pylônes sont réalisés en simultanée

Les alternats de circulations sont nécessaires pour l'approvisionnement du matériel sur les casquettes.

Le matériel d'échafaudage est stocké coté Recouvrance

Les casquettes assurent la sécurité des usagers contre les chutes d'objet.

Les piétons seront canalisés lors des manutentions de matériel vers les casquettes



Travaux sur les pylônes -> Coupure fluviale

Potence de manutention des molettes

Les 4 Pylônes sont réalisés en simultanée

Les potences sont approvisionnées à la grue et fixées au dessus des casquettes des pylônes

Travaux réalisés de nuit sous coupure totale de circulation

Dépose des câbles de suspension → 8 nuits

Les 4 Pylônes sont réalisés l'un après l'autre

Les câbles sont manutentionnés à la grue puis déposés sur le tablier avant évacuation

Travaux réalisés de nuit sous coupure totale de circulation

Dépose des Molettes → 2 nuits

Les 4 Pylônes sont réalisés rive par rive

Les molettes sont descendues à l'aide des potences fixées en tête de pylône

Les 2 capots de molette auront été déposés de nuit sous alternat de circulation

Repose des Molettes → 2 nuits

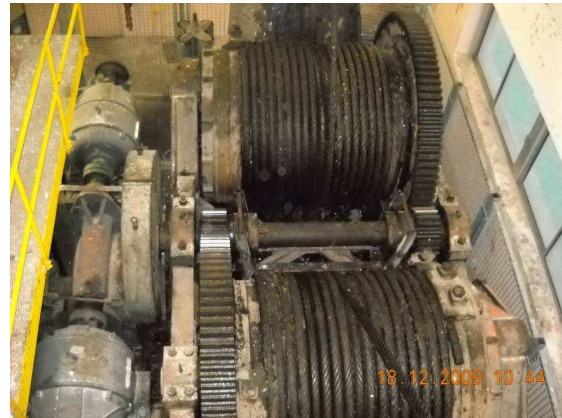
Les 4 Pylônes sont réalisés rive par rive

Les molettes sont manutentionnées à l'aide des potences fixées en tête de pylône

Travaux réalisés de nuit sous coupure totale de circulation



Mise en place des treuils et poulies → 25-03-2011 / 16-07-2011



Pose des câbles de suspension → 8 nuits

Les 4 Pylônes sont réalisés l'un après l'autre

Les câbles sont hissés à partir du tablier métallique.

Les palonniers de suspension sont mis en place depuis le tablier puis liaisonnés aux câbles

Travaux réalisés pendant la coupure routière

Coupure totale de la circulation automobile et piétonne

Les travaux

- Changement de la travée métallique
- Pose des platelages de trottoir et des garde-corps sur travée métallique

- Mise en œuvre des alimentations électriques et réseaux de contrôle
- Réfection de l'étanchéité des tabliers béton
- Réfection des trottoirs béton
- Sciage des parapets et pose des garde-corps sur travée béton
- Renforcement de la culée coté Brest
- Vérinage des travées béton et réalisation des appuis
- Réalisation des enrobés après pose des rails par ETF
- Mise en œuvre des joints de chaussée
- Essais statiques des tabliers

Travée métallique fabriquée en Belgique

La travée est fabriquée à Gand chez Victor Buyck sous-traitant de Joseph Paris.



La travée est positionnée en amont du pont de Recouvrance avant la descente de T3

Enlèvement de la travée existante

La travée T3 est descendue et évacuée par barge vers son site de démantèlement

La nouvelle travée T3 est hissée le **28-07-2011**

Protection des bétons → LHM Foreva® Relastic 310



Les manifestations régionales

Etudes et réalisations, mécanique et charpente métallique

Pascal FRETAUD - Chef de Projet (Joseph Paris)

JOSEPH PARIS réalise :

- L'étude et la fabrication de la nouvelle travée mobile
- La fourniture des encorbellements des travées fixes
- L'étude et la fabrication des nouveaux mécanismes
- L'étude et la mise en place du système électrique et de l'automatisme
- Les essais de la travée et des mécanismes

Fourniture de la nouvelle travée mobile :

La nouvelle travée a, bien sûr, la même portée que l'ancienne : 88 m. Elle conserve le même type de structure porteuse en poutres Warren écartées de 10 m et de 10 m de hauteur avec des diagonales ajourées.

Etudes : juin 2010 à janvier 2011

Approvisionnement : août 2010 à février 2011

Fabrication : octobre 2010 à juin 2011

La largeur de l'ouvrage est augmentée par l'ajout des encorbellements pour la circulation piétonne. La largeur maximale de l'ouvrage mobile étant de 25 m.

Son poids est de 480 t d'acier (S355 K2) pour un poids à lever de 637 t (platelage = 215 t, Warren = 200 t, consoles = 65 t) La particularité du platelage orthotrope, par ailleurs classique avec des entretoises tous les 4 m supportant des augets de 300 mm et un platelage de 18 mm, réside dans la non continuité transversale de la dalle orthotrope. En effet 4 augets sont ouverts pour accueillir les rails du tramway.

Le calcul a donc été réalisé aux éléments finis (Ansys) et en plasticité pour certaines zones.

Les encorbellements : consoles PRS à inertie variable et solives en HEA et IPE → Eléments optimisés afin de conserver un poids total de la travée et des équipements identique aux valeurs de la mécanique

La fabrication du platelage et des poutres Warren a été réalisée en 10 sous-ensembles.

Les consoles d'encorbellements ont été assemblées séparément.

L'ensemble des éléments a été présenté à blanc en atelier.

Finalisation de la présentation à blanc avant mise en peinture.

Le tablier a été transporté et reconstitué ensuite sur une aire d'assemblage avec un bord à quai.

Dernières opérations sur site : mai et juin 2011

- Finition de l'application peinture C5 Ma ANV sur le site avant transport.
- Application du revêtement de chaussée (revêtement mince à base de résine Epoxy et corindons).
- Contrôle géométrique.
- Pesage.
- Mise place de la résine dans les augets ouverts et pose des rails

Le tablier doit ensuite être transféré sur une barge pour être amené en attente du hissage à Brest → fin juin / début juillet 2011

La travée mobile sera ensuite positionnée le jour du levage entre les 4 pylônes du pont pour connexion aux points de levage.

Après levage de la travée → mise en place des consoles d'appui : 4 caissons étayés par des béquilles inclinées (août 2011)

Après positionnement de la travée et avant réglage des rails par le marché du tramway - mise en place des consoles de centrage

Fourniture des encorbellements des 4 travées fixes : février à juillet 2011

120 t de structure, montées sur les poutres béton, composées de profils du commerce ou de PRS suivant l'emplacement.

Etude et fabrication des nouveaux mécanismes :

Etudes : Juin 2010 à Février 2011

Approvisionnement : Août 2010 à Janvier 2011

Fabrication : Octobre 2010 à Mars 2011

Montage : Février 2011 à Juillet 2011

Etude et pose du système électrique et de l'automatisme :

• Les mécanismes sont re-câblés après leur montage sur site de mai à juillet 2011

• Essais des treuils de contrepoids en juillet

• Le démontage de l'ancienne travée et le montage de la nouvelle seront réalisés avec les treuils de contrepoids fin juillet

Opérations de août à octobre 2011 : Finalisation de la pose des équipements (platalage bois, GC, ...) Essais des treuils de travée Réglages des longueurs des câbles Essais de l'automatisme Essais réglementaires statique et dynamique

Montage et réglage des équipements

Bertrand DELEPORTE - (ENDEL)

Analyse de l'existant, critères de choix de la méthode

Ouvrage opérationnel: pas d'entrave avant coupures pour préparation des moyens

Deux phases distinctes:

- Dépose des organes existants (40 « lots » de 1 à 8 T)
- Repose des nouveaux matériels (même colisage)

Accès et ancrages restreints

Grande hauteur de travail (hauts de piles à 65m, salle des machines à 20m du sol)

Choix d'une méthode économiquement compétitive

Utilisation des compétences historiques de l'agence: le patrimoine « Montalev »

Compétences reconnues en traction

Connaissance du cadre réglementaire des opérations de traction et levage

Impératifs techniques d'accès

Comparaison à l'avantage de l'utilisation de treuils face au grutage

Les manifestations régionales

La méthode retenue: deux treuils de travail dans chaque pile

Souplesse de gréement

Faiblesse d'encombrement

Flexibilité et polyvalence

Couplage possible pour certaines opérations

Compétitivité de l'offre commerciale

Les accès « personnel » et la contrainte d'espace



Les accès et les matériels

