

Pont Anne de Bretagne

Suivi de Fabrication & Contrôle Extérieur



Mathieu POLIDORO /CEREMA
DterMed/DIM/OAP

Michaël ZENOU /CEREMA
DterMed/DIM/OAP

Jean-Fabrice FARE /CEREMA
DterMed/DIM/OAP

Jean-François CLEMENT /
CEREMA/DTerOuest/Aan/OA

Willy BOUCHET /
CEREMA/DTerOuest/Aan/OA

MOA – Nantes Métropole : Un projet urbain ambitieux

► ORIGINE DU PROJET

Grand débat citoyen “Nantes, la Loire et nous” (2015)

Objectif : augmenter les franchissements pour tous les modes de transport.

Créer un pont place véritable espace public à part entière

► PROGRAMME MULTIMODAL

2 lignes de tramway (L6/L7), pistes cyclables, espaces piétons, circulation voiture maintenue
Élargissement du pont existant (1975) : de 18 m à 53 m (×3)

► AMBITIONS URBAINES ET ENVIRONNEMENTALES

Abaissement de la pente : de 6 % à 4 % pour l'accessibilité tous modes

20 % de la surface végétalisée

Pont ligérien : contact visuel avec la Loire via platelage bois et caillebotis

Passerelles ciseaux connectant le pont aux quais



MOA – Conception et choix techniques

► CONCEPTION-RÉALISATION

Choix imposé par la complexité du site (sites historiques, tram en service, circulation maintenue)

Profil en long du tram déterminant pour le profil du pont

Conservation maximale du pont existant : dévérinage, abaissement et reprofilage

► MODE CONSTRUCTIF : PRÉFABRICATION EN ATELIER

Fabricant retenu : Cimolai / GTM – fabrication intégrale en Italie

Fabrication simultanée aux travaux d'appuis à Nantes

Qualité atelier supérieure à un assemblage chantier

Acheminement en une seule pièce – contraintes chantier réduites

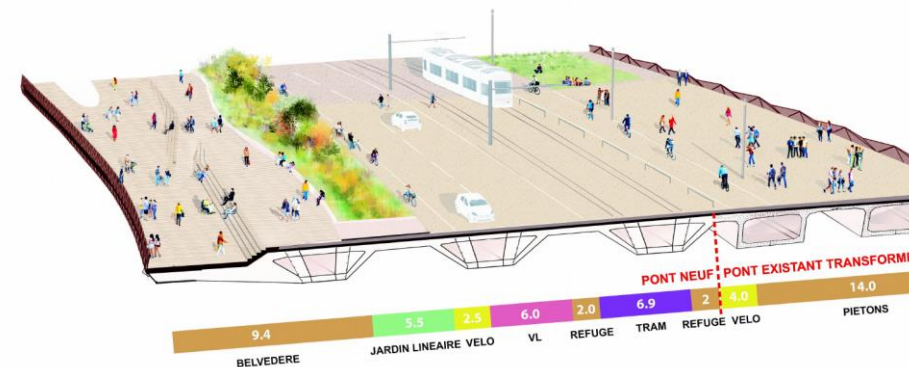
► ÉCO-CONCEPTION ET DURABILITÉ

Peinture “very high durability” pour réduire la fréquence de maintenance

Garde-corps en acier corten, bois de France, système de fixation pérenne

Pieux forés tubés, alignement piles existantes – impact hydraulique limité

PONT APAISE
Un espace unitaire, lisible et partagé



AMO – Organisation et missions

► GROUPEMENT AMO : SYSTRA + CEREMA OUEST

DterOuest piloté par Benoît POULIN

Cerema dans le groupement d'AMO aux côtés de Systra

► PHASE 1 – PHASE PROGRAMMATIQUE (2018–2022)

Études de faisabilité, définition du programme

Jusqu'à l'attribution du marché de conception-réalisation

► PHASE 2 – ÉTUDES ET TRAVAUX (fin 2022 – en cours)

Accompagnement : visa, coordination, suivi de mise en œuvre

MOA souhaitait : AMO + contrôleur technique + contrôle extérieur

► MARCHÉ CONTRÔLE EXTÉRIEUR NANTES MÉTROPOLE / CEREMA

Béton appuis fondations, métal, antico

Étendu par avenant : interventions en Italie + chantier Nantes



AMO – Contrôle extérieur

► ÉQUIPE CEREMA

DTerOuest – Benoît POULIN : pilotage AMO, appuis fondations

Cerema Angers – Hervé DAVIAS : contrôle extérieur béton + métal antico chantier

Cerema Aix-en-Provence : Contrôle extérieur en atelier

► PÉRIMÈTRE EN ÉVOLUTION

Contrôle passerelles ciseaux (fabrication Bretagne)

Réalisé par l'Agence de Saint-Brieuc- atelier métal SMB à Ploufragan (22) / Cerema Angers antico atelier :

Poirier à Héric (44)

Ajustements en fonction des aléas peinture et transport

► ATTENTES DU SERVICE GESTIONNAIRE

Ouvrage pérenne, inspectable, maintenable facilement

Caisson visitable, accès aux réseaux facilité

Choix arbitrages réalisés en phase travaux (peinture, gabarit, trous d'homme)



Acteurs et contexte

► MOA : NANTES MÉTROPOLE

Inscrit dans le plan de mobilité durable
Réemploi du pont existant (1975)
Volonté de mobilité décarbonée
20% d'espaces verts



Project Actuellement en cours / Source : Nantes métropole

Acteurs et contexte

► **AMO : SYSTRA**

SYSTRA

► **MOE : SCE Aménagement & Environnement**



► **MISSION CEREMA**

Assistance MOE (Systra) : contrôle extérieur tout au long du processus de fabrication en atelier et sur chantier

► **OBJECTIF**

Retracer le parcours complet : fabrication, points d'arrêt métal & antico, transport et mise sur appuis



Pont Anne de Bretagne avant travaux / Source : Nantes métropole

Charpentier - CIMOLAI

► GROUPE INDUSTRIEL ITALIEN

Fondé en 1942 spécialisé dans les structures métalliques complexes de grande taille

► RÉFÉRENCES MONDIALES

Ponts, stades, aéroports en Europe et dans le monde

► DEUX ATELIERS SUR CE CHANTIER

Polcenigo : Débit des tôles assemblage & soudage

Monfalcone : Montage & Antico



Atelier de Monfalcone / Cimolai.com

Organisation des visites de suivi

► DÉPLACEMENT

Vol vers Venise (Marco Polo), puis trajet en voiture vers les ateliers italiens

► ATELIER POLCENIGO

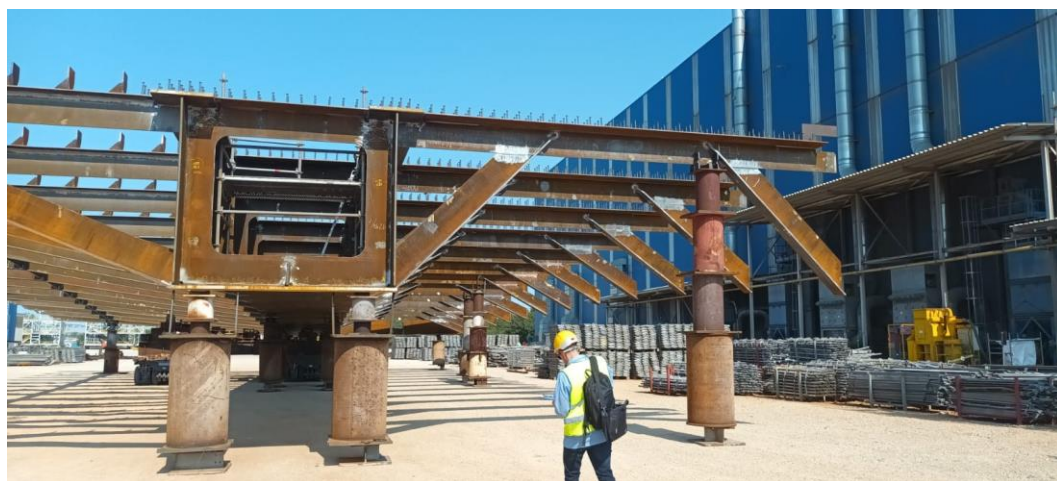
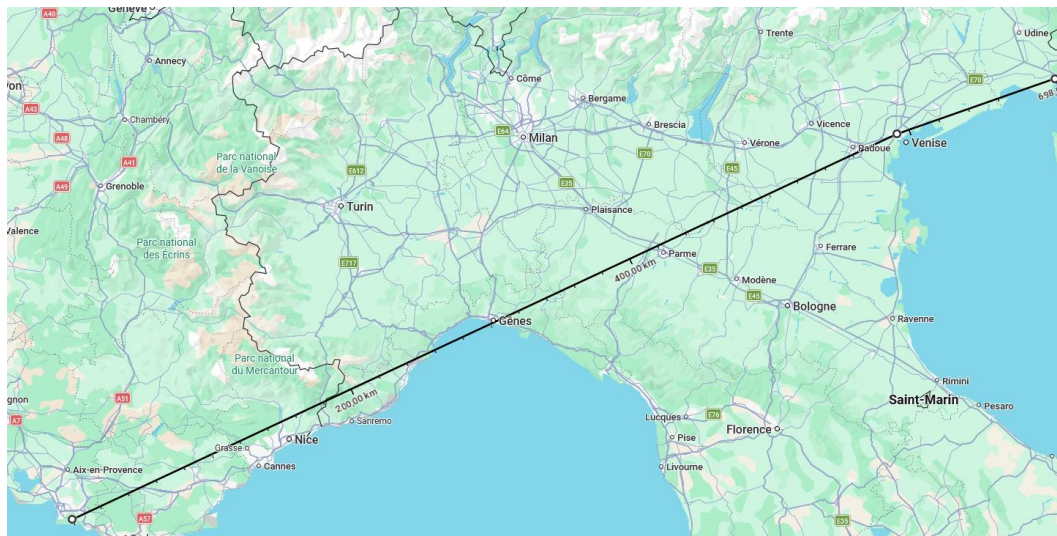
Assemblage et soudage des éléments principaux de la structure

► ATELIER MONFALCONE

Traitement de surface, peinture et Montage

► COORDINATION QUALITÉ

Visites selon avancement avec un suivi de contrôle contradictoire avec Cimolai et son bureau de contrôle interne



Point d'Arrêt – Réception des Tôles

► POINT D'ARRÊT (PA)

Fabrication bloquée sans levée formelle
du contrôle visa contradictoire obligatoire

► TRAÇABILITÉ MATIÈRE

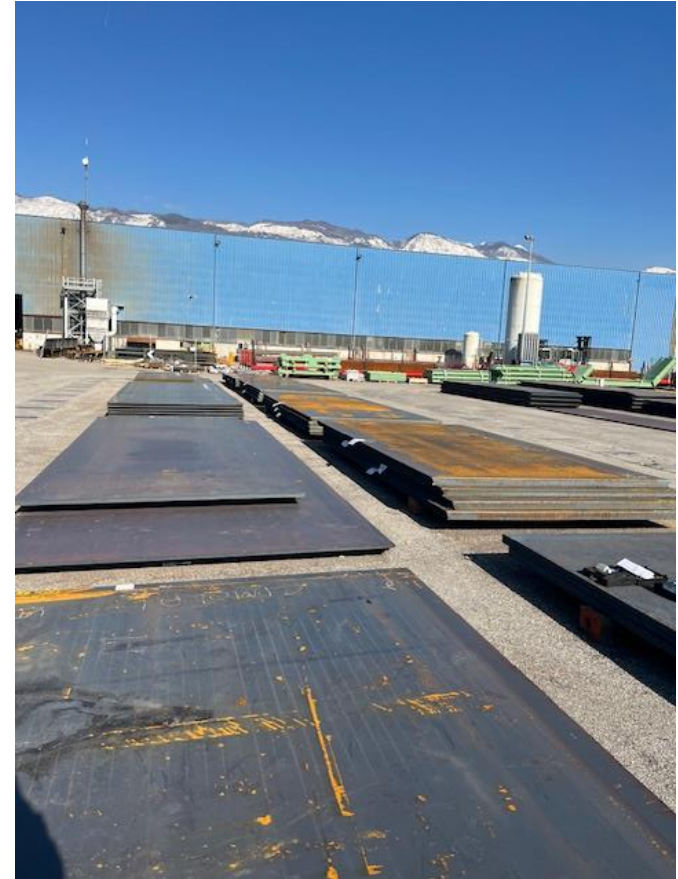
Vérification numéro de coulée, certificats
3.1 , conformité nuances d'acier
Certification NF

► CONTRÔLE DIMENSIONNEL

Épaisseur, planéité, dimensions des tôles
selon spécifications du marché

► CONTRÔLE VISUEL

Absence de défauts de surface,
marquages corrects, enregistrement
registre qualité & traçabilité



Réception des tôles à Polcenigo

Point d'Arrêt – Contrôle des Soudures

► QUALIFICATION SOUDAGE

DMOS et QMOS & qualifications des soudeurs vérifiés avant démarrage

► PARAMÈTRES APPLIQUÉS

Intensité, tension, vitesse, température de préchauffage et interpasse

► CND CONTRÔLES NON DESTRUCTIFS

VT (visuel), PT (ressuage), MT (magnétoscopie) & UT (Ultrason) selon classification des joints soudés

► NON-CONFORMITÉS

Rédaction fiches NC, réparations et requalification si nécessaire



Contrôle Courant – Géométrie de l'Ouvrage

► CONFORMITÉ GÉOMÉTRIQUE

Vérification à chaque étape clé, contre-flèche, alignement des sections

► TOPOGRAPHIE

Station tridimensionnelle gabarits et montages d'assemblage contrôlés

► TOLÉRANCES EN 1090

Relevés à plusieurs stades :
préassemblage, soudage partiel, soudage final

► DOSSIER QUALITÉ

Rapport de mesures contradictoire,
comparaison aux plans d'exécution



Contrôle Courant – Montage en Atelier

► PHASE DE MONTAGE EN EXTERIEUR

L'intégralité du pont doit être montée à l'extérieur. Le pont est donc divisé en tronçons, qui seront assemblés sur une grande aire prévue à cet effet.

► INTEMPERIE

Les cabines de soudage ont été montées et démontées à chaque joint de raboutage des tronçons afin de permettre l'avancement des travaux quelles que soient les conditions météorologiques.



Contrôle courant – Montage en atelier



Peinture — Préparation & Application

► Préparation.

Degré de préparation de surface : Sa 3 ISO 8501-3 niveau P3.

Contrôle de la rugosité et vérification du taux d'empoussièrement réalisés selon les critères définis par la norme ISO 8502-3.

Moyen de préparation : grenaillage moyen (G).

► POINT D'ARRÊT AVANT PRIMAIRE

Validation surface par inspecteur avant toute application, puis Zone de convenance

► QUALIFICATIONS APPLICATEURS et INSPECTEURS

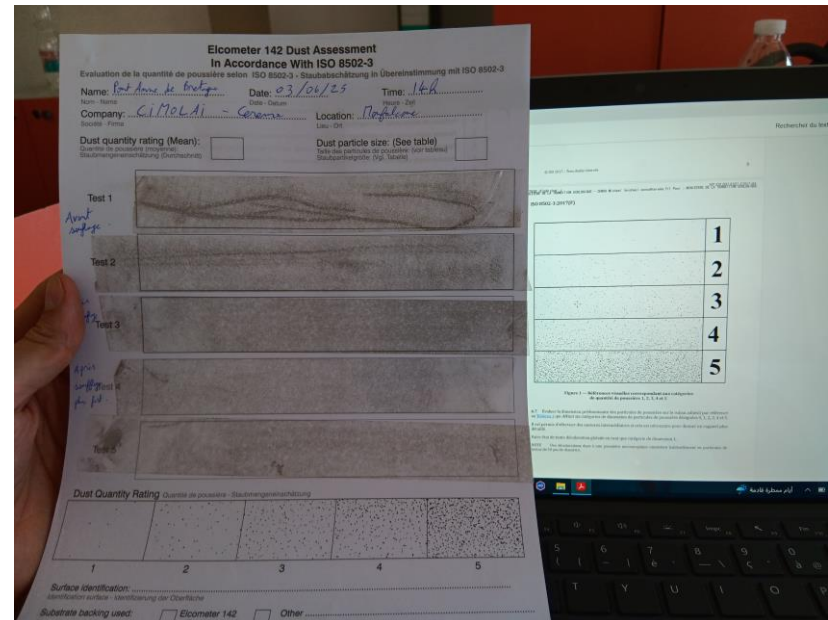
ACQPA / FROSIO / NACE niv 1. 2 ou 3

► CONFORMITÉ PRODUITS

Fiches techniques, numéros de lot, DLUO vérifiés

► PROBLEMATIQUES

- Grenaille mal nettoyée → dépôts de poussières → nettoyage des filtres de recyclage de la grenaille → OK
- Atelier décapage et peinture non séparés → poussières en suspension → vigilance contamination de la surface



Peinture — Mise en œuvre & Réception

► MISE EN PEINTURE

Respect nombre de couches, délais inter-couches, contrôle des épaisseur sèche de peinture

► CONTRÔLE VISUEL

Détection coulures, manques, bullage, défauts d'aspect à chaque couche

► RÉCEPTION FINALE

Reprises de défauts

► TRAÇABILITÉ COMPLÈTE

PV, fiches de suivi, certificats applicateur archivés



Peinture — Mise en œuvre & Réception



Soufflure



Accroc



Brûlures

Acheminement de la charpente

► ÉLÉMENTS PROVISOIRES

Pont plus long et large que la barge, porte-à-faux important → Mats et câbles

► TRANSPORT MARITIME EXCEPTIONNEL

Italie → barge sécurisée → navire porte-conteneurs — contournement Europe par la Méditerranée et l'Atlantique puis remontée de la Loire

► ALÉAS MÉTÉO

Transbordement imposé par conditions difficiles plusieurs mois de retard sur calendrier

► RÉCEPTION SUR SITE

Contrôle état de la peinture, absence de dommages



Acheminement de la charpente



Mise sur appuis : une opération d'exception

► MANŒUVRE SYNCHRONISÉE

Pose en tirant parti des cycles de marée (montante & descendante) fenêtre très courte

► ENJEUX DE PRECISION

Exploit technique : 2 000+ tonnes, 150 m de long précision au centimètre, tolérance extrêmement faible.

La mise sur appuis provisoires du pont Anne de Bretagne exige une maîtrise au centimètre près dans le positionnement de la structure, tandis que la mise sur appuis définitifs impose des tolérances encore plus serrées, de l'ordre du millimètre et du radian pour le calage angulaire des appareils d'appui.



Phase chantier

► CEREMA D'ANGERS SUR PLACE

Le CEREMA d'Angers a repris la phase chantier en raison de sa proximité avec Nantes. Cette collaboration est nécessaire afin d'assurer la disponibilité du Cerema tout au long des phases de fabrication et de pose de l'ouvrage.

► REPRISE PEINTURE CHANTIER

Les éléments peints en atelier subissent des dommages sur leur revêtement lors du transport et de la mise en place. Le contrôle des reprises consiste à vérifier que ces zones ont été correctement réparées avant réception.

► SOUDAGE CALES BIAISES

Le contrôle des cales biaises consiste à vérifier le niveau, la planéité ainsi que les paramètres de soudage lors de leur mise en œuvre sur les appuis.



Quoi pour la suite ?

► LA MISSION DU CEREMA N'EST PAS FINIE

une double passerelle dite « ciseau » permettra de rejoindre le parc des Chantiers en passant sous le pont ou de traverser vers la berge nord

Le CEREMA reste présent en assistance et en contrôle : Contrôle des passerelles ciseaux (fabrication Bretagne) réalisé par l'Agence de Saint-Brieuc – atelier métal SMB à Ploufragan (22) / Cerema Angers – Antico en atelier : Poirier à Héric (44)



crédits photos : Dietmar Feichtinger Architectes , et GTM/Cimolai/Gaël Arnaud



Merci de votre attention

Pour en savoir plus....

Mathieu POLIDORO

mathieu.polidoro@cerema.fr

Michaël ZENOU

michael.zenou@cerema.fr

