

Réhabilitation du pont Saint-Christophe de Lézardrieux

Journée RROA
du 04 juillet 2023

Retrouvez-nous sur



A

Le projet de réhabilitation

François AMIOT – Responsable pôle entretien routes et ouvrages d'art

Localisation



Localisation



Histoire du Pont de Lézardrieux

Avant la construction du Pont de Lézardrieux, la traversée se faisait par le Bac de Guëlo, puis par une passerelle suspendue. Comme le pont d'aujourd'hui, elle traversait le Trieux et reliait Paimpol et Lézardrieux.

1840 :

Construction de la passerelle largeur 4,50 m.

En 1882, le trafic devint plus dense ; les véhicules de plus de 4 tonnes et les voitures attelées avec plus de 3 chevaux sont interdits.

1913 :

Début d'un nouveau projet mené par Louis Harel de la Noé.

L'objectif est de doter le pont d'une zone de connexion avec les voies ferrées.

1922 :

Le projet de Louis Harel de la Noé est stoppé par Ferdinand Arnodin. Ce dernier pense qu'il est inadapté au site.

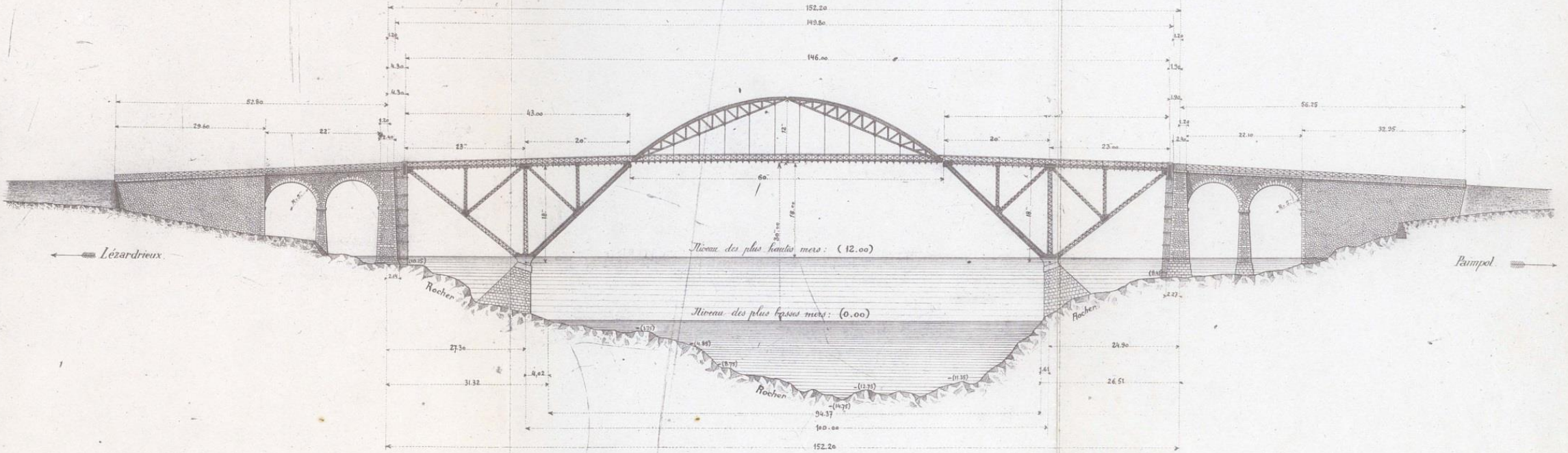
Démolition des bases maçonnées des arcs, sauf en amont, rive droite.

LIGNE DE PAÏMPOL À TRÉGUIER.

Transformation du pont suspendu de Lézardrieux.

Elevation générale, vue d'amont.

Echelle: 2% par mètre.



interdits.

des arcs, sauf en
amont, rive droite.

Histoire du Pont de Lézardrieux

1924 :

Construction d'un nouveau pont accueillant des chemins de fer.

Le projet est mené par Gaston Leinekugel Le Cocq.

1950 :

Acquisition du pont par le Conseil Général des Côtes d'Armor.

1972 :

Transformation en pont routier avec élargissement de la chaussée et du trottoir.

Historique

Pont suspendu originel de 1840

Société des Frères Seguin



Historique

Construction du Pont à haubans entre 1924 et 1925

Historique

Construction du Pont à haubans entre 1924 et 1925



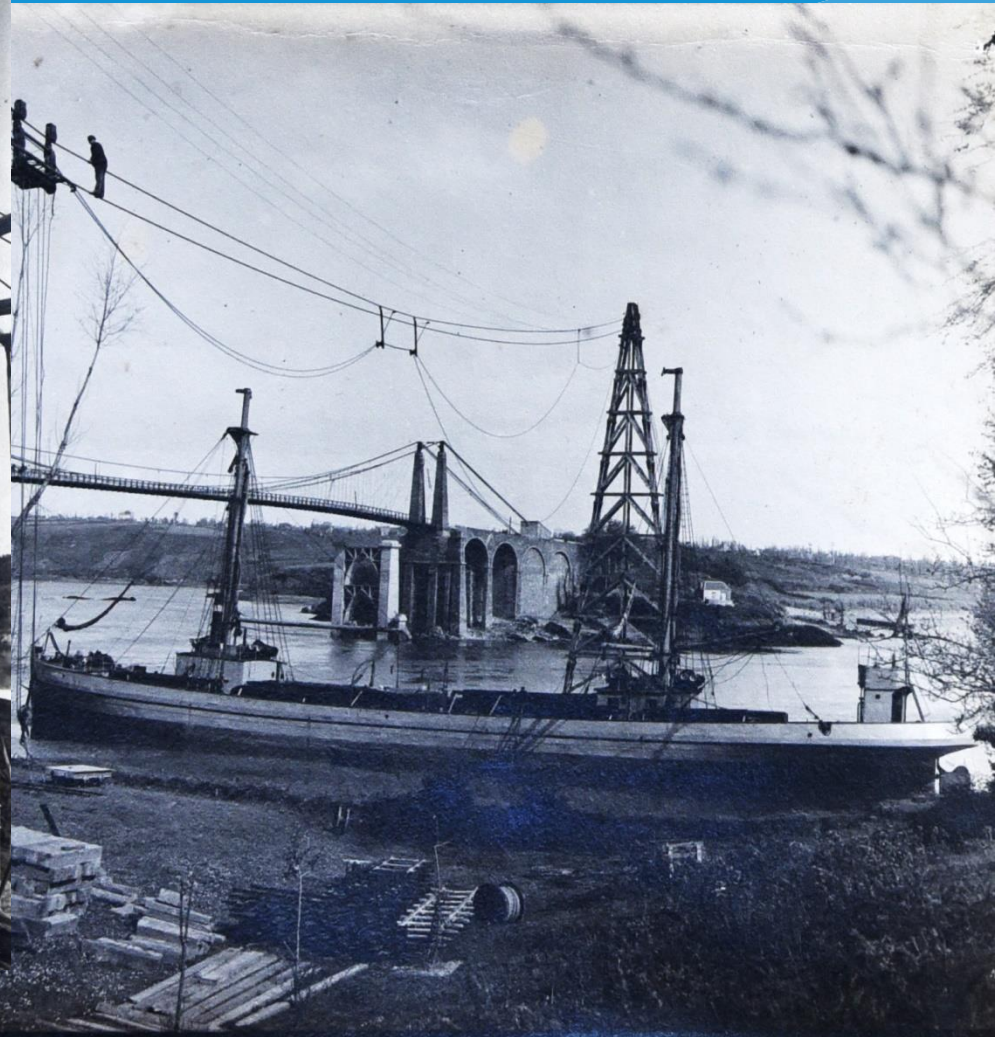
Historique



aubans



Historique



Historique

Construction du Pont à haubans entre 1924 et 1925

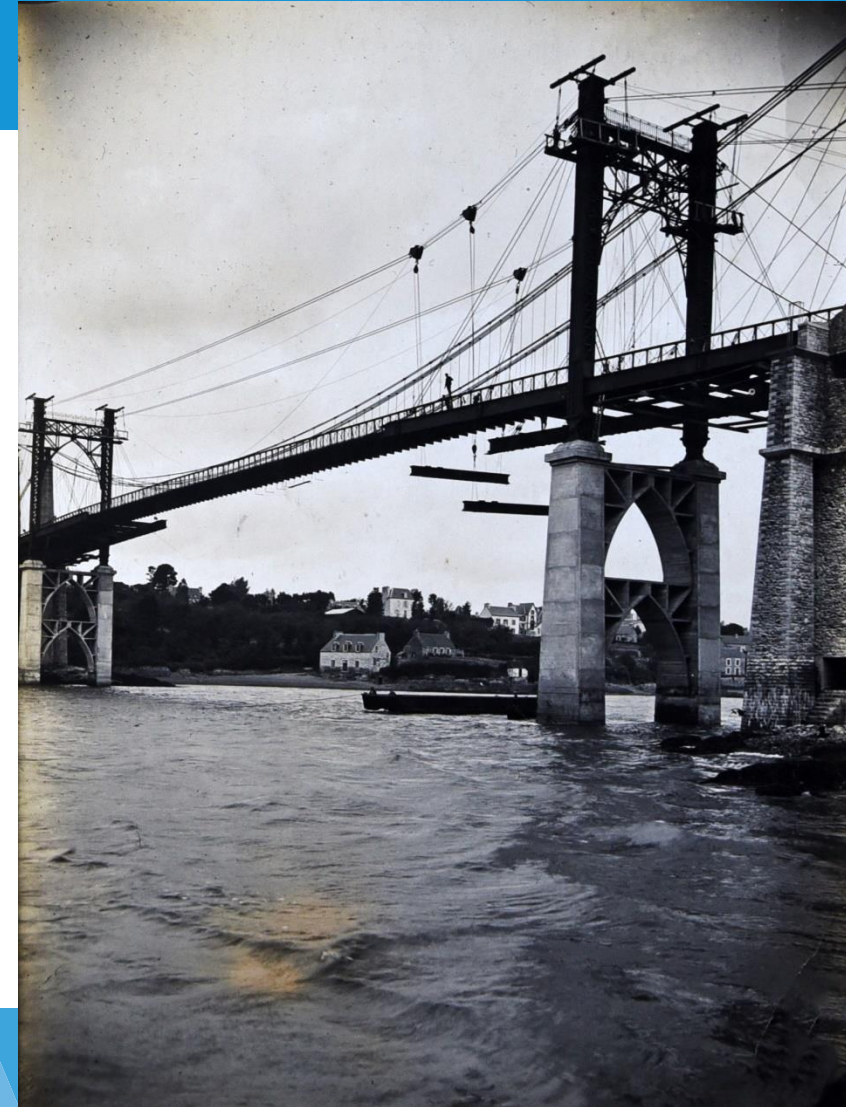
Historique

**Construction du Pont
à haubans entre 1924
et 1925**



Historique

**Construction du Pont
à haubans entre 1924
et 1925**



Historique

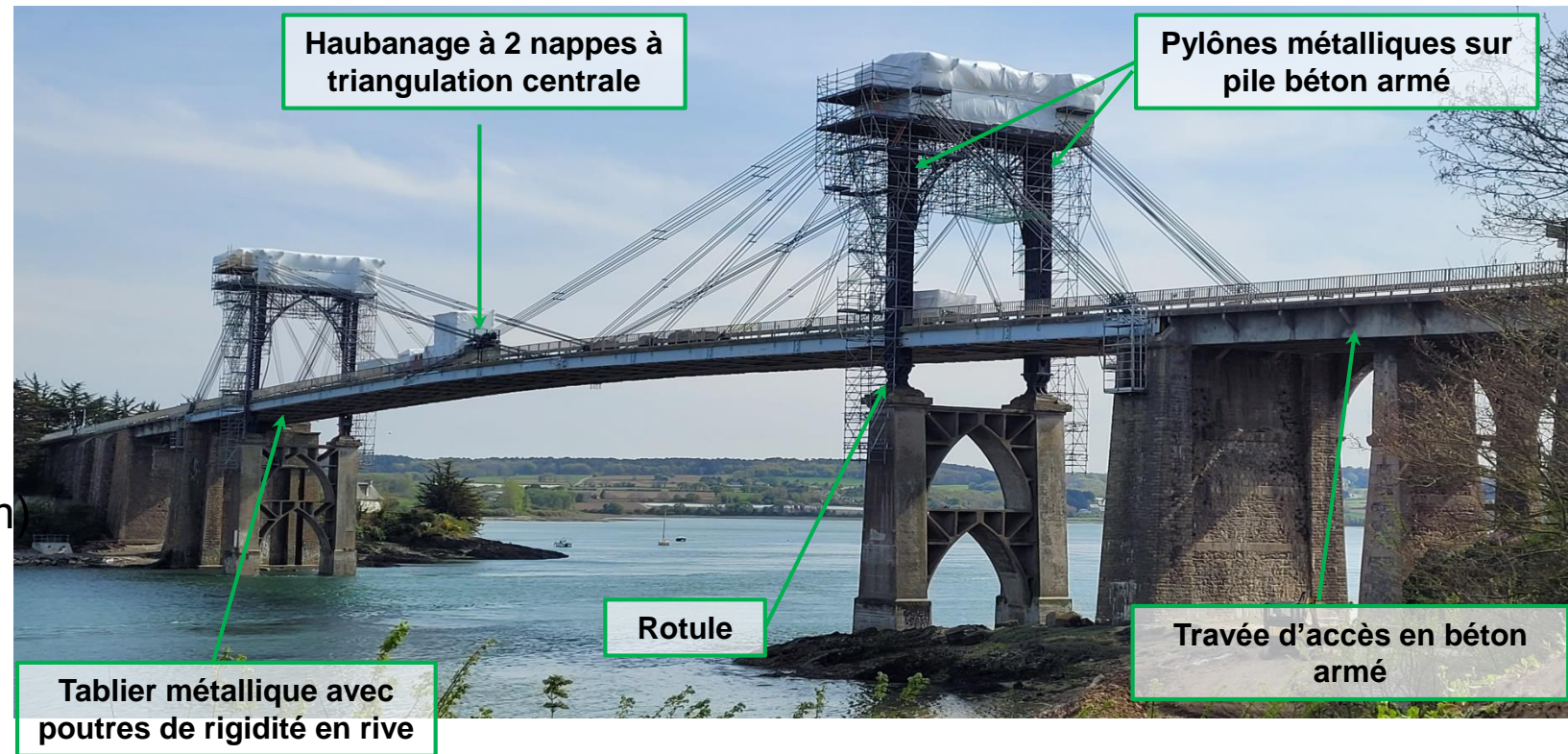
**Construction du Pont
à haubans entre 1924
et 1925**



Présentation de l'ouvrage

Pont de Lézardrieux

- Franchit le fleuve le Trieux par D786
- Pont métallique à haubans à 3 travées (22 m/112m /22m)
- 2 viaducs d'accès BA à 2 travées(22m)
- 200 câbles constitués de 37 à 100 fils assemblés par torsion alternative

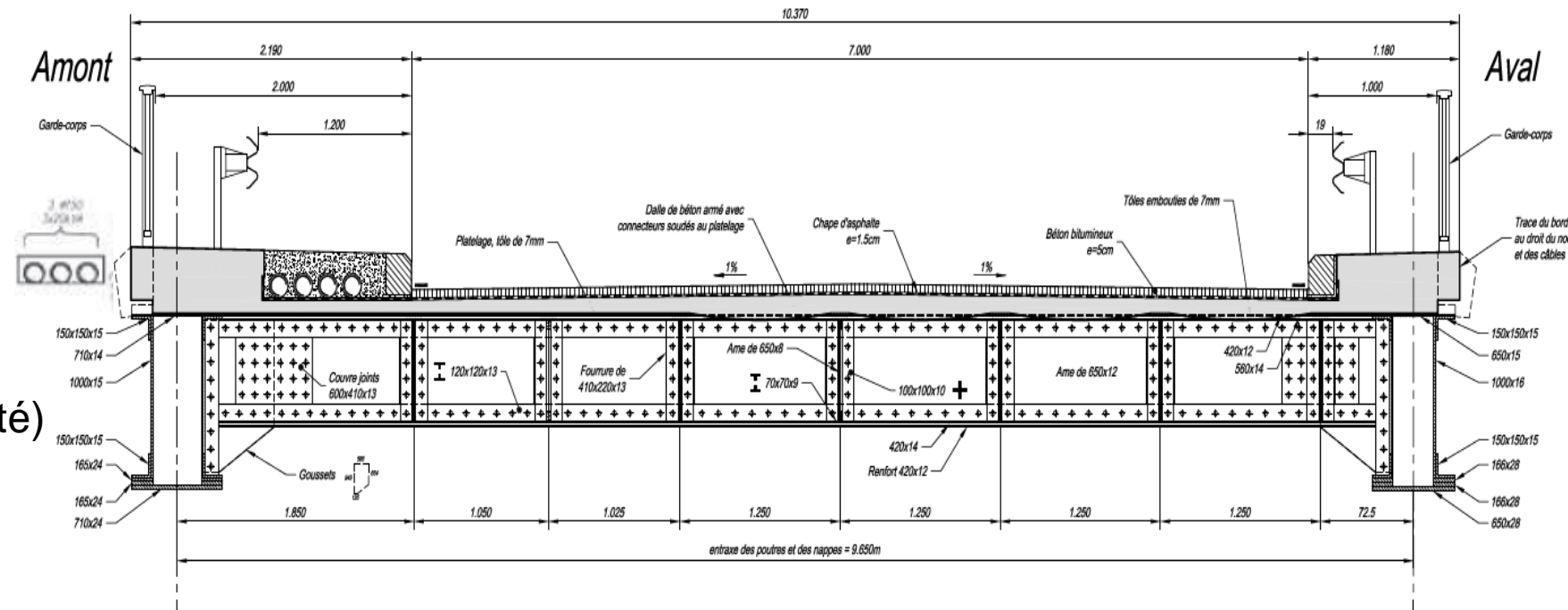


Présentation ouvrage

Conditions d'exploitation de la LID

- Chaussée de 7,00 m et trottoir amont unique de 1,20 m
- TMJA de 12 500 véh/j et TMJO de 15 300 véh/j
- 18 883 véh/j (jour le + chargé été)
- Vélomaritime EV4 et GR34

Coupe transversale du tablier au droit du noeud central
(1/25)



Présentation ouvrage

Conditions d'exploitation de la LID

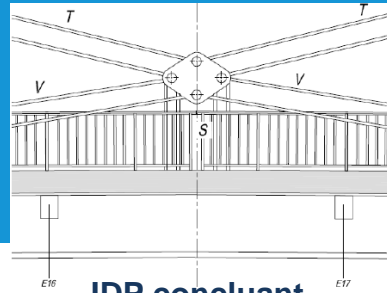
- Chaussée de 7,00 m et trottoir amont unique de 1,20 m
- TMJA de 12 500 véh/j et TMJO de 15 300 véh/j
- 18 883 véh/j (jour le + chargé été)
- Vélomaritime EV4 et GR34

Amont

Garde-corps



Vie de l'ouvrage



Epreuves de chargement du nouveau pont

Diverses campagnes éléments suspension et peintures

Modification superstructures : suppression ancienne voie ferrée

IDP concluant ruptures fils et gonflements 13 câbles type V

IDP concluant ruptures fils sur câbles P mise sous surveillance renforcée (régie)

Etudes techniques et consultation des E

1925

1949

1972

1991

2011

2012

2018

2019

2020/21

Décision Département de supprimer la ligne de chemin de fer

Remise en peinture + étanchéité / couche de roulement

Remplacement de 13 câbles (gainés PEHD)

Augmentation intervalle entre véhicules PL

→ Programme et groupement Moe externe

Surveillance renforcée

Inspections visuelles et mesures des gonflements (du 08/2018 à ce jour):

Selon les câbles :

- Gonflements (vingtaine de câbles),
- ruptures inquiétantes et évolutives,
- apparition ou augmentation des parties oxydées.

Ruptures évolutives de mars et mai 2021=
accélération calendrier études

| | Amont | | Aval | | Nombre de câbles concernés |
|----------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|
| | Gonflement inférieur au seuil de 10 % | Gonflement supérieur au seuil de 10 % | Gonflement inférieur au seuil de 10 % | Gonflement supérieur au seuil de 10 % | |
| Câble R | | | | | 0 |
| Câble U4 | 1 | | | | 1 |
| Câble P | | | | 1 | 1 |
| Câble U4 | | | | 1 | 1 |
| Câble U3 | | | 2 | | 2 |
| Câble U2 | 1 | 1 | | | 2 |
| Câble U1 | | | 2 | | 2 |
| Câble V | 2 + 1 non mesuré | 1 | 5 | | 9 |
| Câble T | 1 | | 4 | | 5 |
| Total | 6 | 2 | 13 | 2 | 23 |
| | 8 | | 15 | | |

Surveillance renforcée

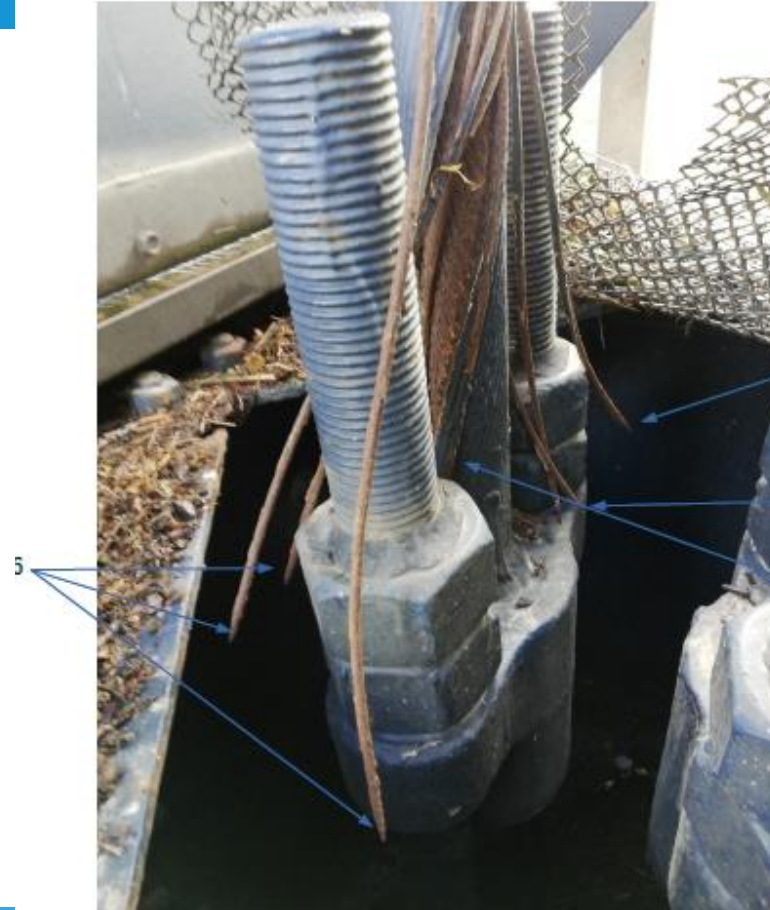
Inspections visuelles et mesures des gonflements (du 08/2018 à ce jour):

Selon les câbles :

- Gonflements (vingtaine de câbles),
- ruptures inquiétantes et évolutives,
- apparition ou augmentation des parties oxydées.

Ruptures évolutives de mars et mai 2021= accélération calendrier études

Photos des câbles rompus P aval RD:



| Aval | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|
| Gonflement inférieur au seuil de 10 % | Gonflement supérieur au seuil de 10 % | Nombre de câbles concernés |
| | | 0 |
| | | 1 |
| | 1 | 1 |
| | 1 | 1 |
| 2 | | 2 |
| | | 2 |
| 2 | | 2 |
| 5 | | 9 |
| 4 | | 5 |
| 13 | 2 | 23 |
| 15 | | |

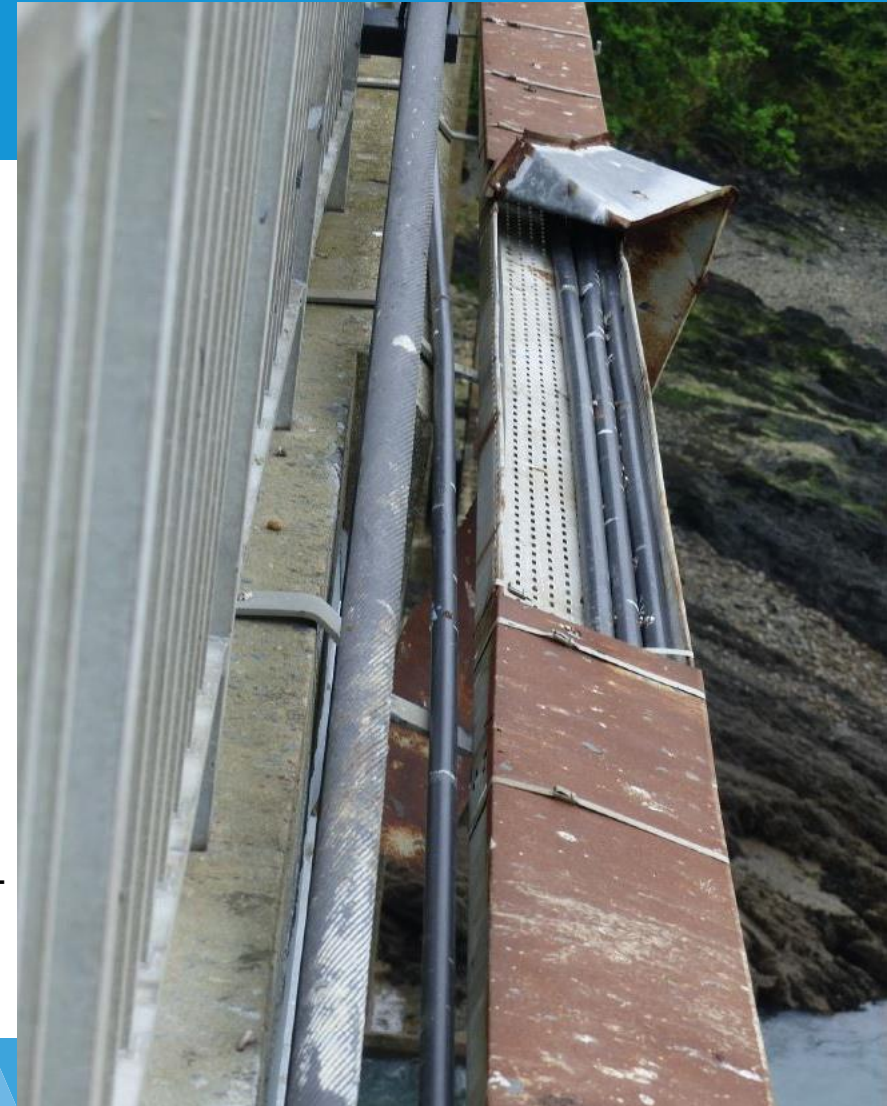
Contrainte réseaux existants

Obligations liées au responsable de projet (Code Environnement)

- Interventions travaux dans la Zone d'Approche Prudente (ZAP) réseau sensible sous tension
- « *Travaux entrepris dans l'intérêt du domaine public occupé* »
- Sécurité plaisanciers et usagers des futurs passerelles

Réunion coordination exploitants réseaux (dont ENEDIS) sept. 2020 :

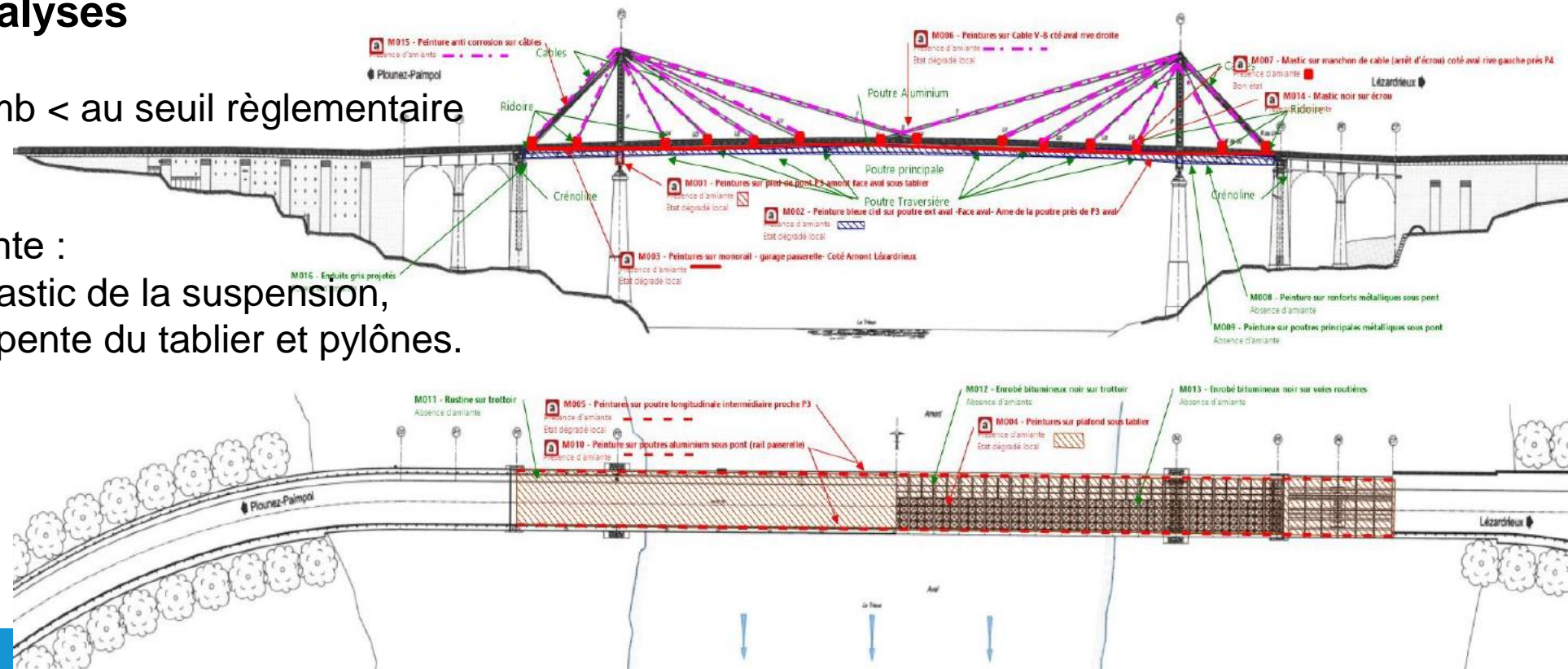
- Financement 100% exploitant du dévoiement de 2*110 ml HTA - 126 k€ HT
- Dévoiement fibre optique sous trottoir.



Contrainte matériaux dangereux

Résultats des analyses

- Présence de plomb < au seuil réglementaire
- Présence d'amiante :
 - Peintures et mastic de la suspension,
 - Peintures charpente du tablier et pylônes.



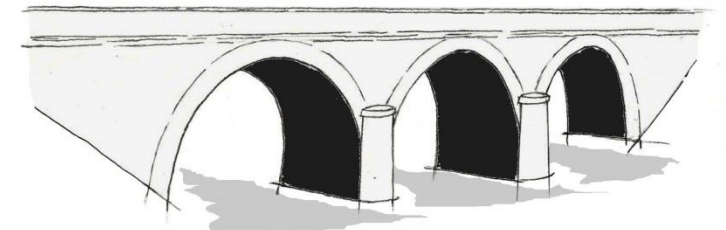
Missions second AMO (2020)

Avis :

- Phase DCE, notamment sur le type de câbles
câble choisit pour son aspect authentique / histoire. Câble à torsion alternative en fils galvanisés, section équivalente +/- 15 % / origine
- Phase ACT
- Conseils sur organisation contrôle extérieur DET :
 - Métal : anticorrosion, câbles et ancrages (détaillés par la suite par L. RIOU),
 - Topographie : conformité travaux, levés contradictoires, etc.
 - Géotechnique : mission G4 supervision géotechnique d'exécution

COA

Conseils Ouvrages d'Art
Assistance Maîtres d'ouvrage



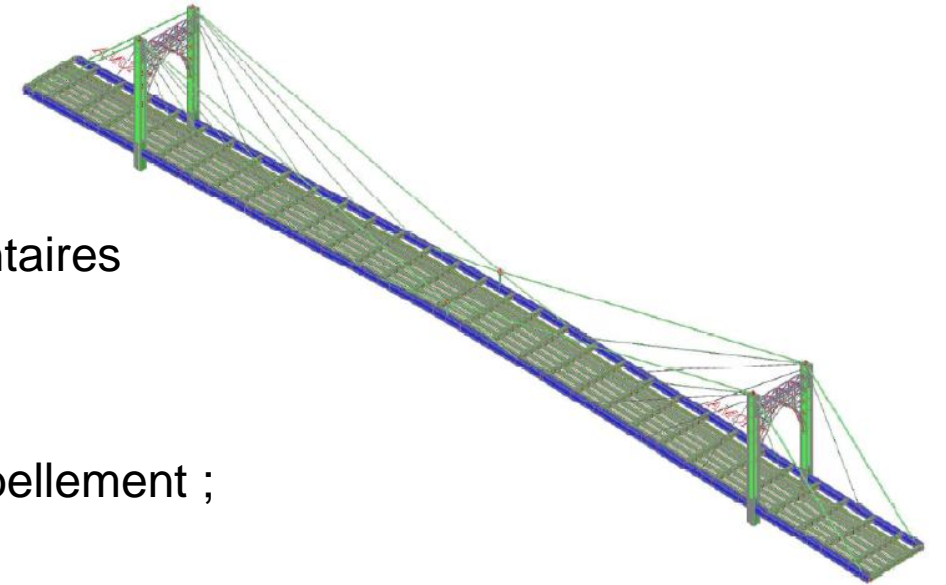
Conseils Ouvrages d'Art
Gérard VIOSSANGES
577 Route de Bellevue
46000 Cahors

conseilsoa@gmail.com
06.85.91.88.50

Etudes préliminaires

Décisions suite phases EPOA / DIA (S.QUERE et C.ACCART)

- Remplacement de la totalité des câbles/culots en $\phi 1$;
- Nouvelle suspension dimensionnée avec charges supplémentaires passerelles cycles ;
- Solution pour piétons/cycles (loi LOM): passerelles en encorbellement ;
- Pas de demande d'inscription au titre des MH.



Etudes complémentaires

Etudes complémentaires externalisées :

Février 2019 : inventaires faune-flore sur site

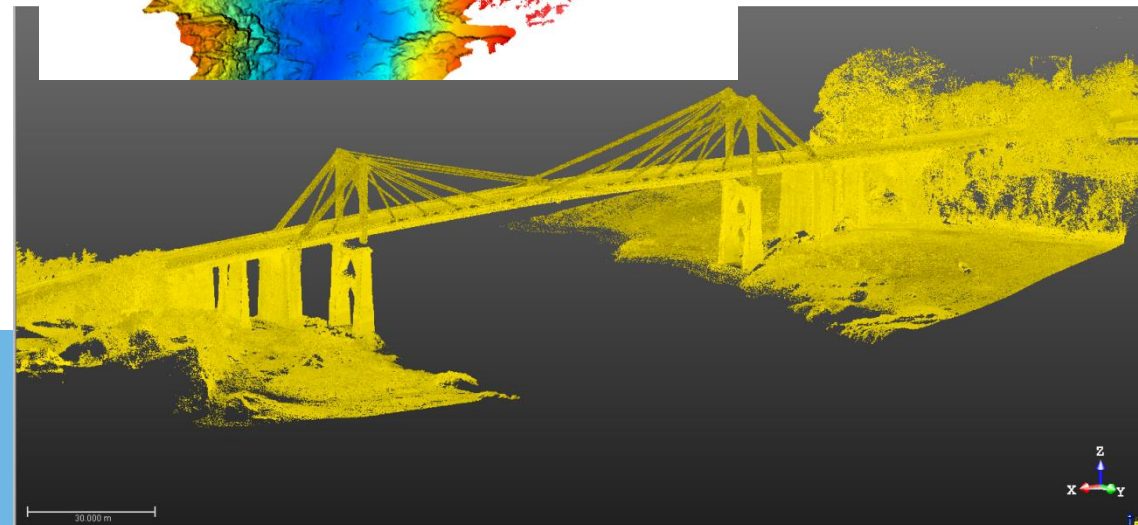
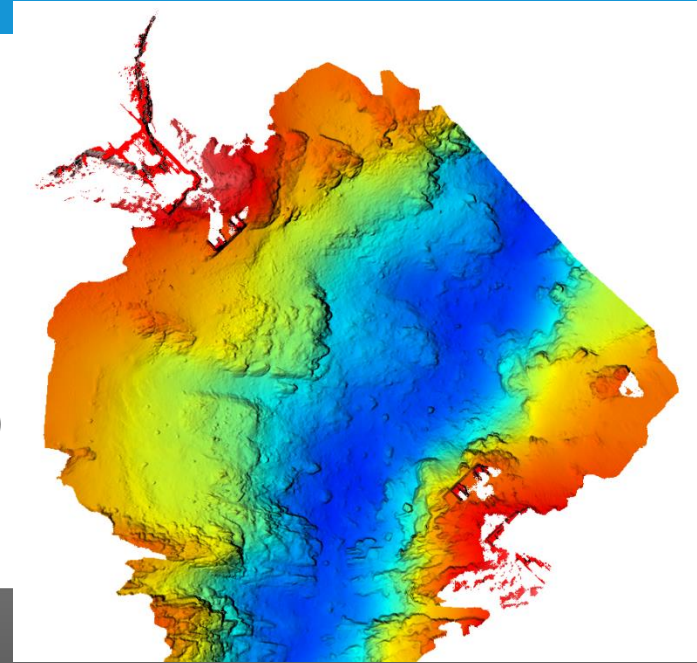
Avril 2020 : Complément topographique et 3D (scanner)

Mai 2020 : Levé bathymétrique multifaisceaux

Oct. 2020 : étude géotechnique AVP et G2 PRO

→ accompagnement BE environnement :

sensibilisation + notice de prescriptions sondages

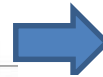
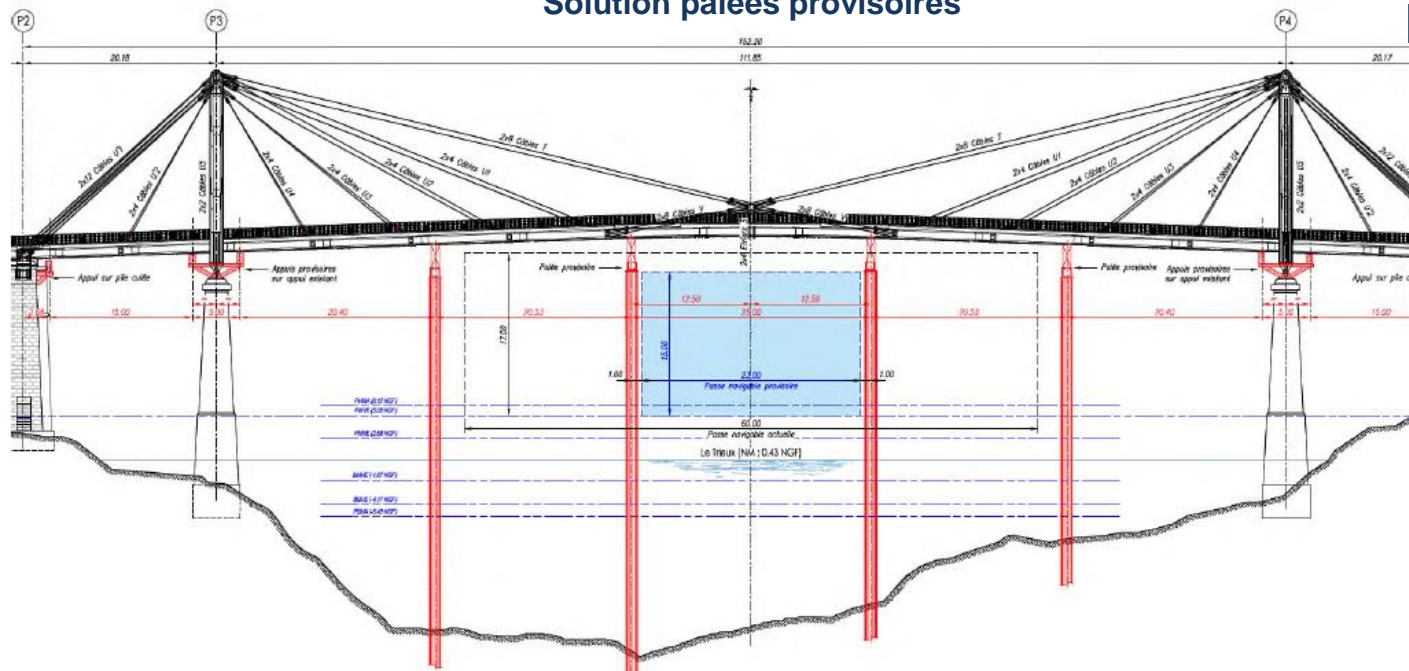


Etudes règlementaires

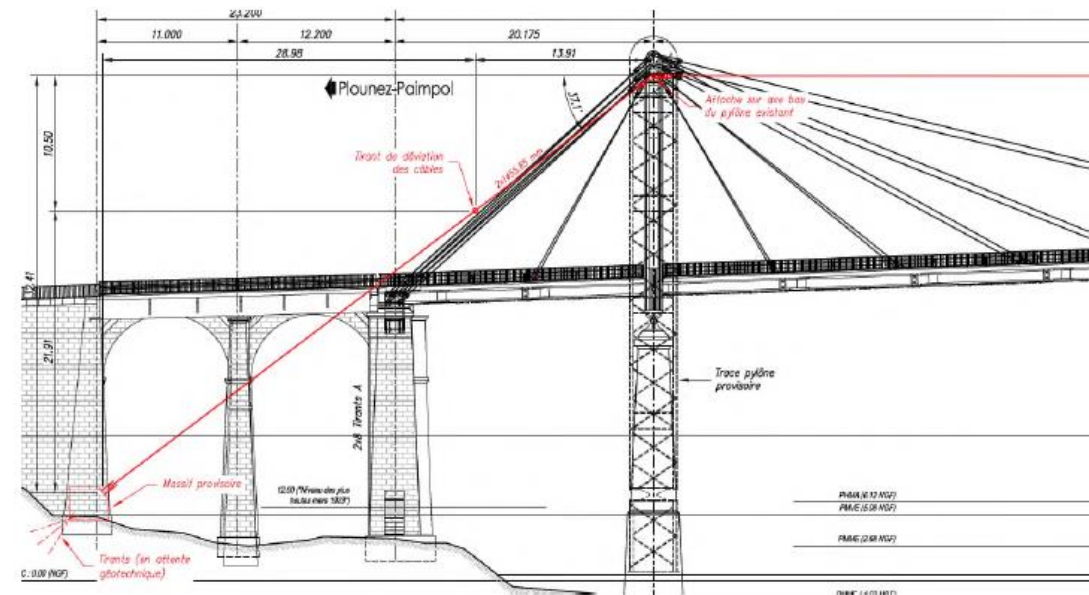
Décisions suite rencontre DDTM juillet 2020 (P.ROBERT):

Impact environnemental réduit au maximum en évitant les palées provisoires dans le lit mineur.

Solution palées provisoires



Solution suspension provisoire



Etudes réglementaires

Ruptures évolutives de mars et mai 2021=
optimisation calendrier études/travaux

Engagements liés à l'arrêté de travaux en urgence (article R 214-44) :

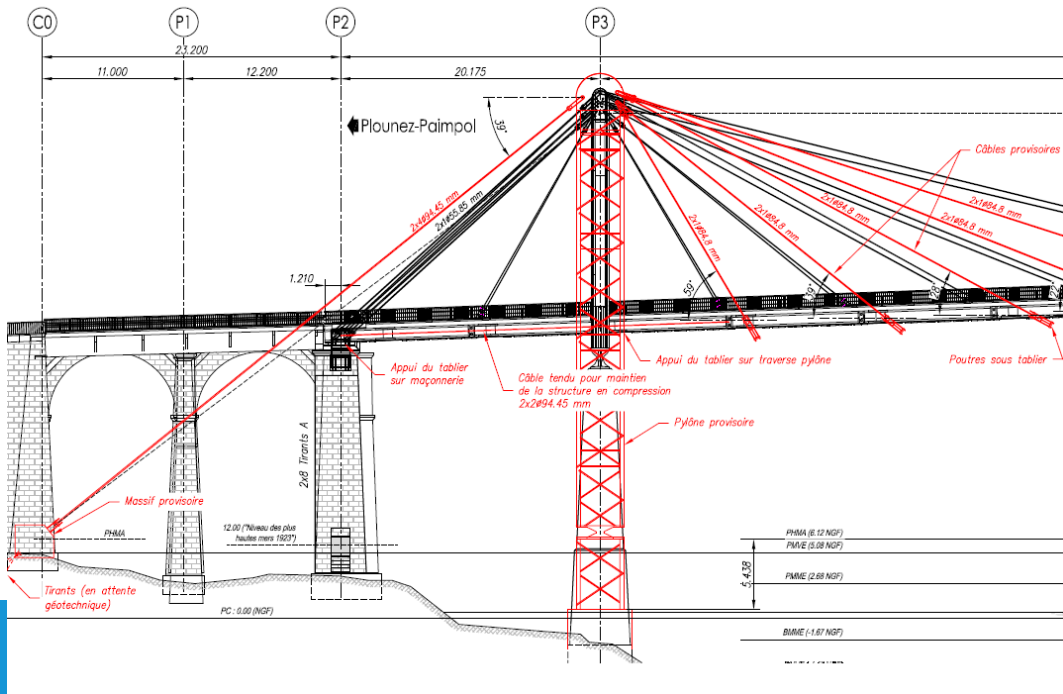
- Coordination environnementale dont sensibilisation
- Tenir hors de portée espèces protégées
- Suivi qualité de l'eau / sédiments / gisements conchylicoles
- Remise à l'état initial du site base vie
- Mesures Compensatoires (en cours)

Δ Respect du site classé de l'estuaire du Trieux
et ses marges en site inscrit.



Estimation prévisionnelle (C.ACCART

Solution de base + TO = 12,8 M€ HT



DEPARTEMENT DES CÔTES D'ARMOR

COMMUNE DE CANET

RD 786 - PONT SAINT-CHRISTOPHE SUR LE TRIEUX

DCE - Remplacement de la suspension (avec pylônes provisoires)

Estimation valeur novembre 2020

| N° prix | Désignation des travaux | Unité | Quantité | Prix unitaire | Montant |
|-----------------------------------|--|-------------------------|----------|---------------------|------------------------|
| 1 | TRANCHE FERME Prix généraux | | | | |
| | | | | Sous-total 1 | 1 265 500,00 |
| 2 | Travaux préparatoires | | | | |
| | | | | Sous-total 2 | 473 000,00 |
| 3 | Travaux sur suspension | | | | |
| | | | | Sous-total 3 | 10 447 915,00 |
| 4 | Anticorrosion | | | | |
| | | | | Sous-total 4 | 405 050,00 |
| 4 | TRANCHE OPTIONNELLE N°1 Anticorrosion | | | | |
| | | | | Sous-total 4 | 135 400,00 |
| RECAPITULATIF DES MONTANTS | | | | | |
| | RECAPITULATIF TRANCHE FERME | | | | |
| | TOTAL GENERAL HORS TAXES (en Euros) | TRANCHE FERME | | | 12 591 465,00 € |
| | RECAPITULATIF TRANCHE OPTIONNELLE N°1 | | | | |
| | TOTAL GENERAL HORS TAXES (en Euros) | TRANCHE OPTIONNELLE N°1 | | | 181 400,00 € |
| | TOTAL GENERAL HORS TAXES (en Euros) | | | | 12 772 865,00 € |

Estimation prévisionnelle

Variante exigée sans pylône provisoire + TC
 Soit un gain financier potentiel de -24,8%

AMO → Exigence méthodologie relative aux charges incluant les ouvrages provisoires et interactions avec l'ouvrage définitif.

| DEPARTEMENT DES CÔTES D'ARMOR | | | | | |
|--|--|-------|----------|-------------------------|----------------|
| COMMUNE DE CANET | | | | | |
| RD 786 - PONT SAINT-CHRISTOPHE SUR LE TRIEUX | | | | | |
| DCE - Remplacement de la suspension (sans pylônes provisoires) | | | | | |
| Estimation valeur novembre 2020 | | | | | |
| N° prix | Désignation des travaux | Unité | Quantité | Prix unitaire | Montant |
| 1 | TRANCHE FERME Prix généraux | | | | |
| | | | | Sous-total 1 | 1 265 500,00 |
| 2 | Travaux préparatoires | | | | |
| | | | | Sous-total 2 | 473 000,00 |
| 3 | Travaux sur suspension | | | | |
| | | | | Sous-total 3 | 7 277 915,00 |
| 4 | Anticorrosion | | | | |
| | | | | Sous-total 4 | 405 050,00 |
| 4 | TRANCHE OPTIONNELLE N°1 Anticorrosion | | | | |
| | | | | Sous-total 4 | 135 400,00 |
| RECAPITULATIF DES MONTANTS | | | | | |
| | RECAPITULATIF TRANCHE FERME | | | | |
| | TOTAL GENERAL HORS TAXES (en Euros) | | | TRANCHE FERME | 9 421 465,00 € |
| | RECAPITULATIF TRANCHE OPTIONNELLE N°1 | | | | |
| | TOTAL GENERAL HORS TAXES (en Euros) | | | TRANCHE OPTIONNELLE N°1 | 181 400,00 € |
| | TOTAL GENERAL HORS TAXES (en Euros) | | | | 9 602 865,00 € |

Marché public

Procédure formalisée avec négociation

φ1 : Appel Public à la Candidature du 23/10/2020 au 24/11/2020

Niveau spécifique minimal exigé de qualification

Visite d'appropriation de l'ensemble des candidats retenus le 26/01/2021

φ2 : DCE Marché travaux du 14/01/2021 au 02/04/2021 suivi de négociation

Prime accordée à la variante exigée 30k€ HT si étude de la faisabilité de la variante

Avis DCE, phase ACT et organisation contrôle extérieur DET (G.VIOSSANGES)

Les Phases ACT

La sélection des candidats peu nombreux sur le domaine des grands ponts à câbles

Consultation restreinte conseillée – Sélection préalable des candidats

Les capacités

Economiques et financières

Assurances - CA sur 3 ans

Techniques et professionnelles

Effectifs – Encadrement sur 3 ans
Références demandées : < 10 ans
Seuils précisés + attestations
Présentation de 3 opérations
CV – Qualifications FNTP 715

Les critères d'analyse
des offres remises

Valeur technique : 60 %
Valeur financière : 40 %
+ Négociation encadrée

Les variantes autorisées sont à préciser
Ici : suspension provisoire

Avis DCE, phase ACT et organisation contrôle extérieur DET

Les Phases ACT

La sélection des candidats peu nombreux sur le domaine des grands ponts à câbles

L'appréciation d'une valeur technique : à cibler en fonction des points délicats d'un projet

- | | |
|---|--------------------|
| <ul style="list-style-type: none">- Organisation, phases et matériels- Dispositifs provisoires avec leur impact sur la structure actuelle (phases, charges...)- Justification des systèmes provisoires à l'appui de l'offre- Justification des conflits géométriques pendant les phases de travaux | 27,5 points |
| <ul style="list-style-type: none">- Respect de l'authenticité de l'ouvrage, esquisses aspect câbles et culots | 7,5 points |
| <ul style="list-style-type: none">- Calendrier, périodes sous alternat | 10 points |
| <ul style="list-style-type: none">- Mesures sur la protection de l'environnement | 5 points |
| <ul style="list-style-type: none">- Communication et innovation | 10 points |

Marché public

Analyse technique des offres de base

2 réponses



Figure 4: Ponton Cézembre (+ grue télescopique)

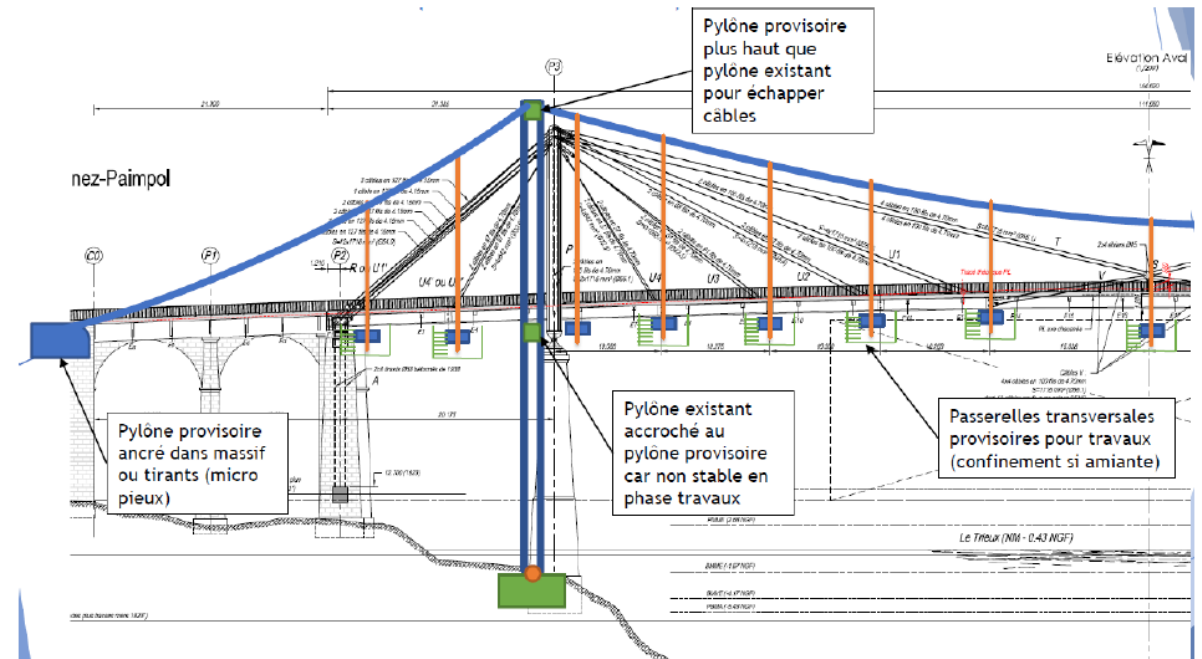


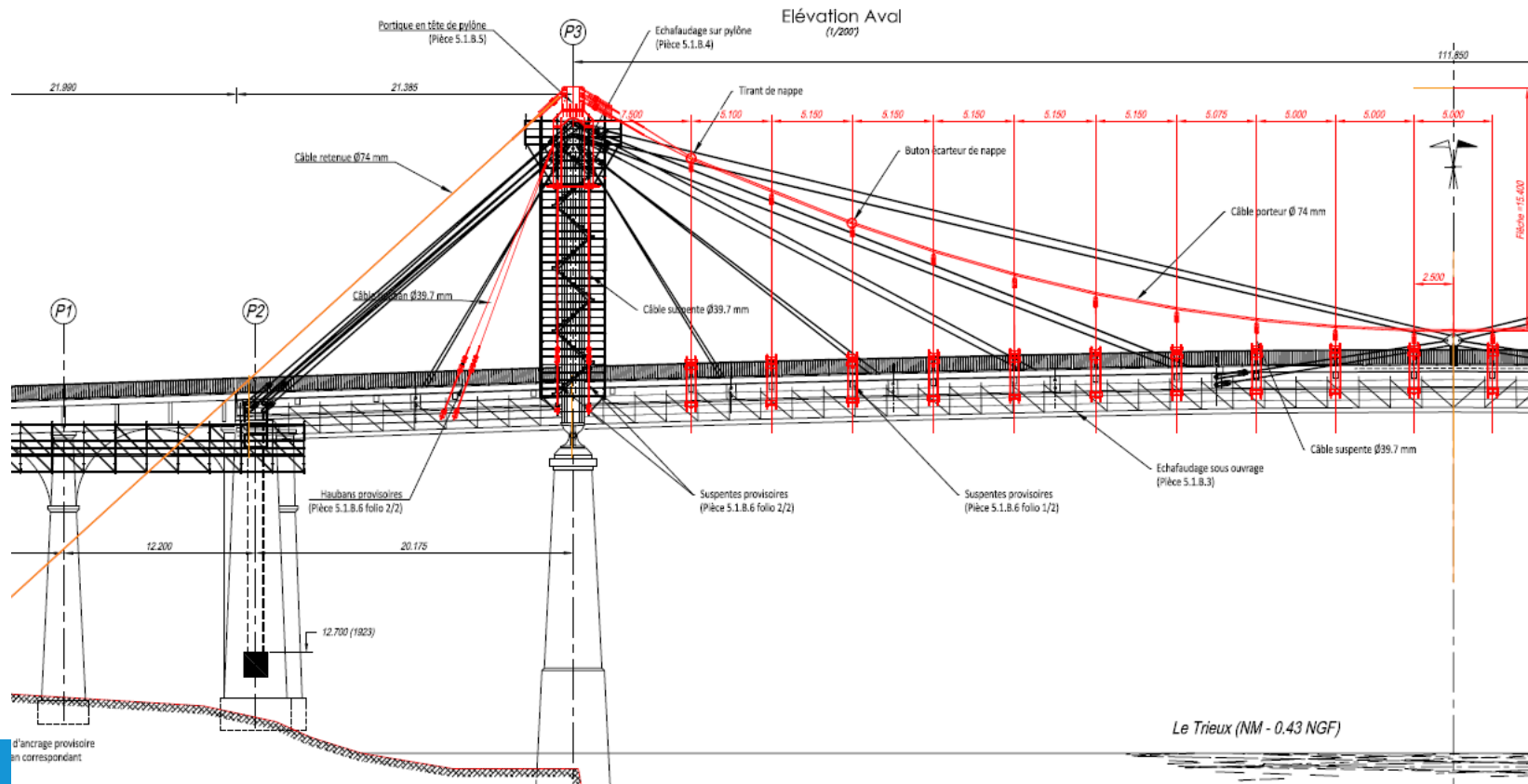
Figure n°35 : Principe de la suspension provisoire

Marché public

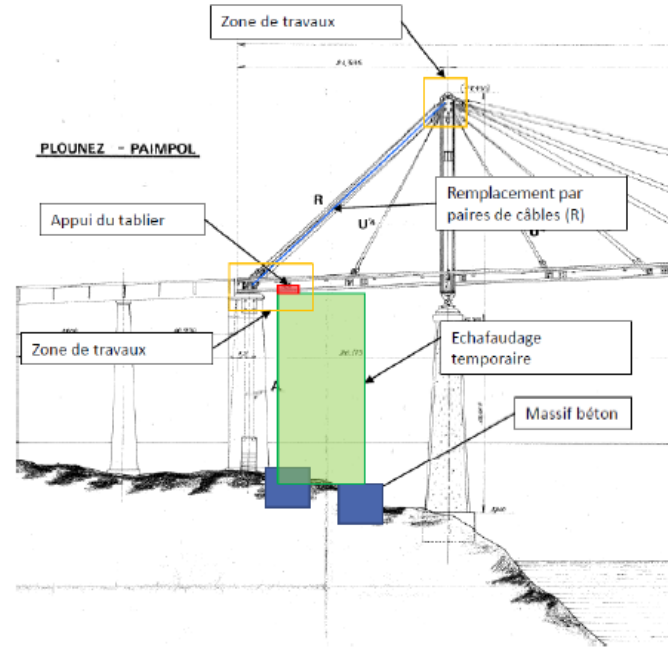
Analyse technique des offres

2 réponses à la variante exigée sans pylône

Marché public



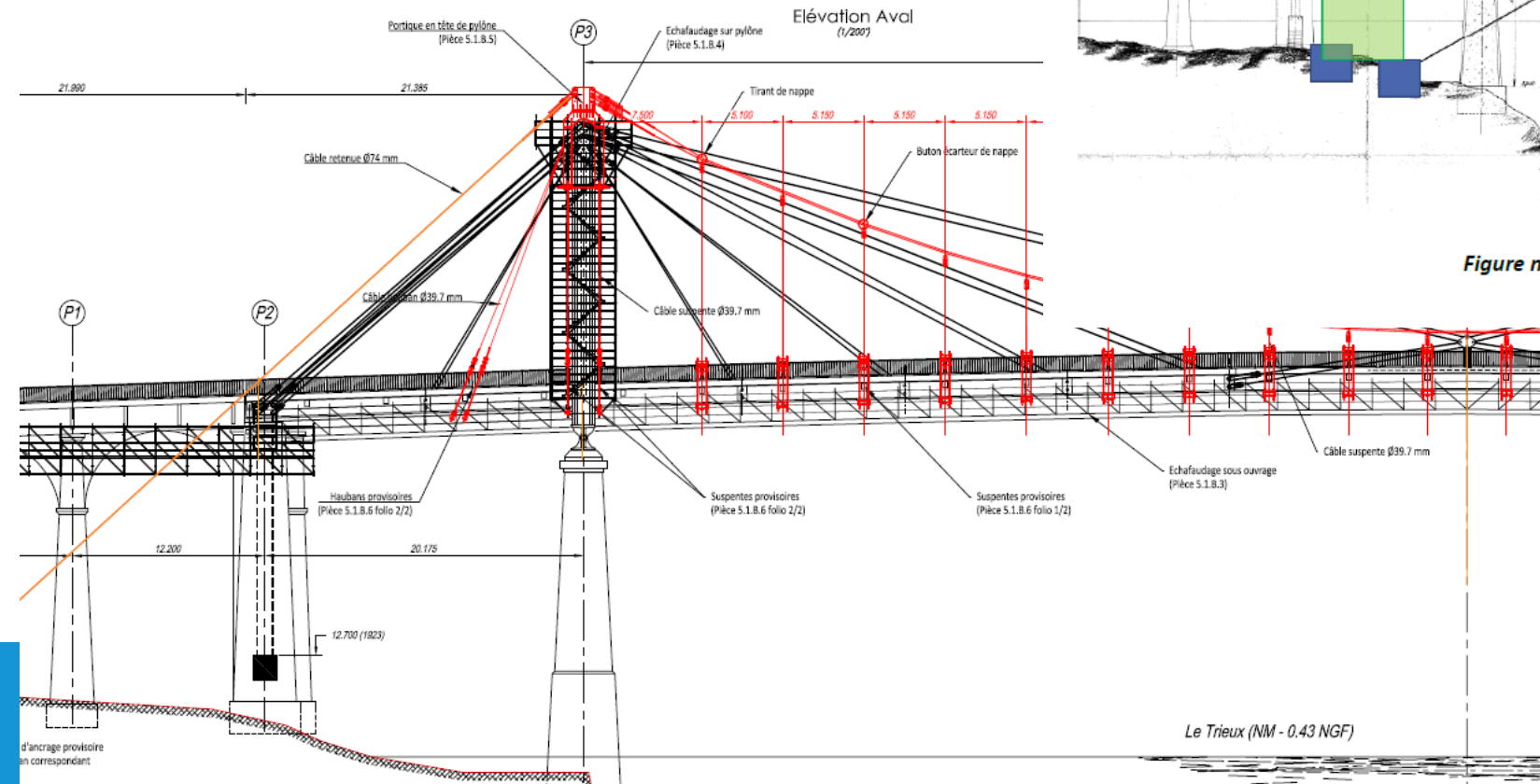
Marché public



Etudes d'Avant projet nécessaires :

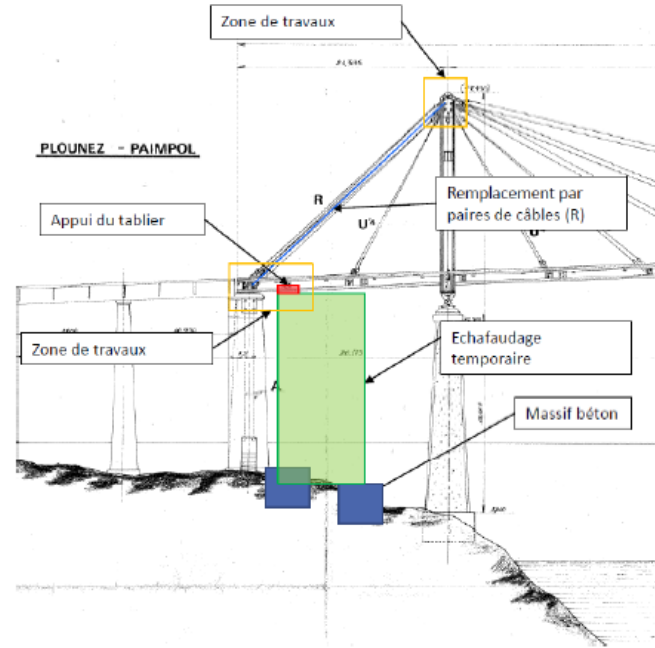
- Vérification faisabilité géométrique avec mise en plan
- Prédimensionnement :
 - Echafaudage temporaire (vert)
 - Fondations superficielles (massif béton)
- Vérification du tablier en phase de construction :
 - Réduction de l'effort normal dans le tablier de l'ordre de $1/12 = 8\%$ -> devrait être acceptable
- Vérification du pylône en phase de construction :
 - Lors de l'enlèvement d'une paire de câbles (R), le pylône se rééquilibrera en bougeant côté Travée -> Vérifier les déplacements en phase de construction du pylône et du tablier.
 - Pas d'effort supplémentaire dans le pylône en cas de ré-équilibrage des efforts par déplacement
- Vérification des poutres principales sous efforts locaux appuis temporaires
- Vérification des câbles de retenue restants (R) : lors de l'enlèvement d'une paire de câble, des surtensions apparaitront à cause du déplacement de la tête de pylône : à quantifier
- Vérification de la géométrie des axes inférieurs existants pour avoir la possibilité d'enlever 1 câble (R) sans augmenter la contrainte

Figure n°49 : Principe de remplacement des câbles R



Le Trioux (NM - 0.43 NGF)

Marché public



Etudes d'Avant projet nécessaires :

- Vérification faisabilité géométrique avec mise en plan
- Prédimensionnement :
 - Echafaudage temporaire (vert)

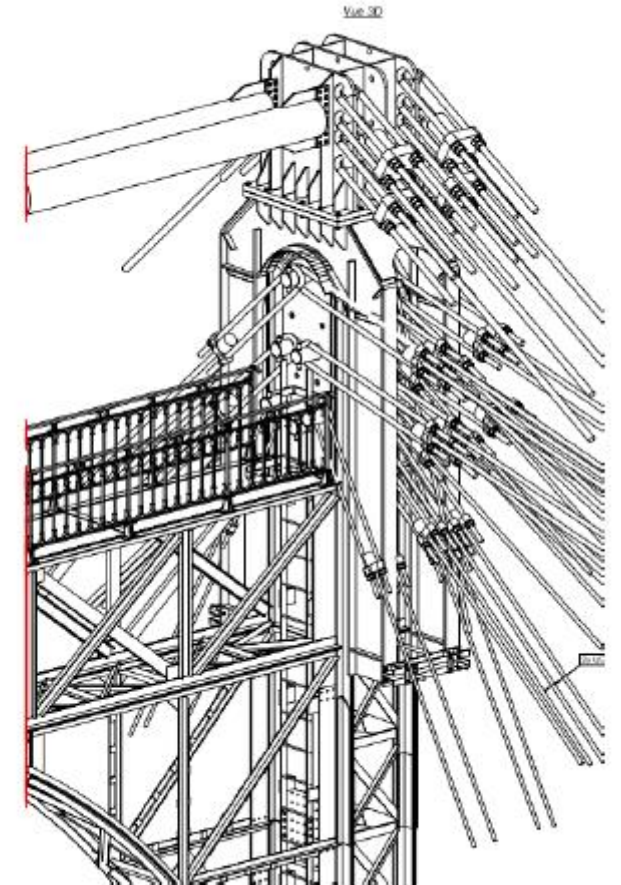
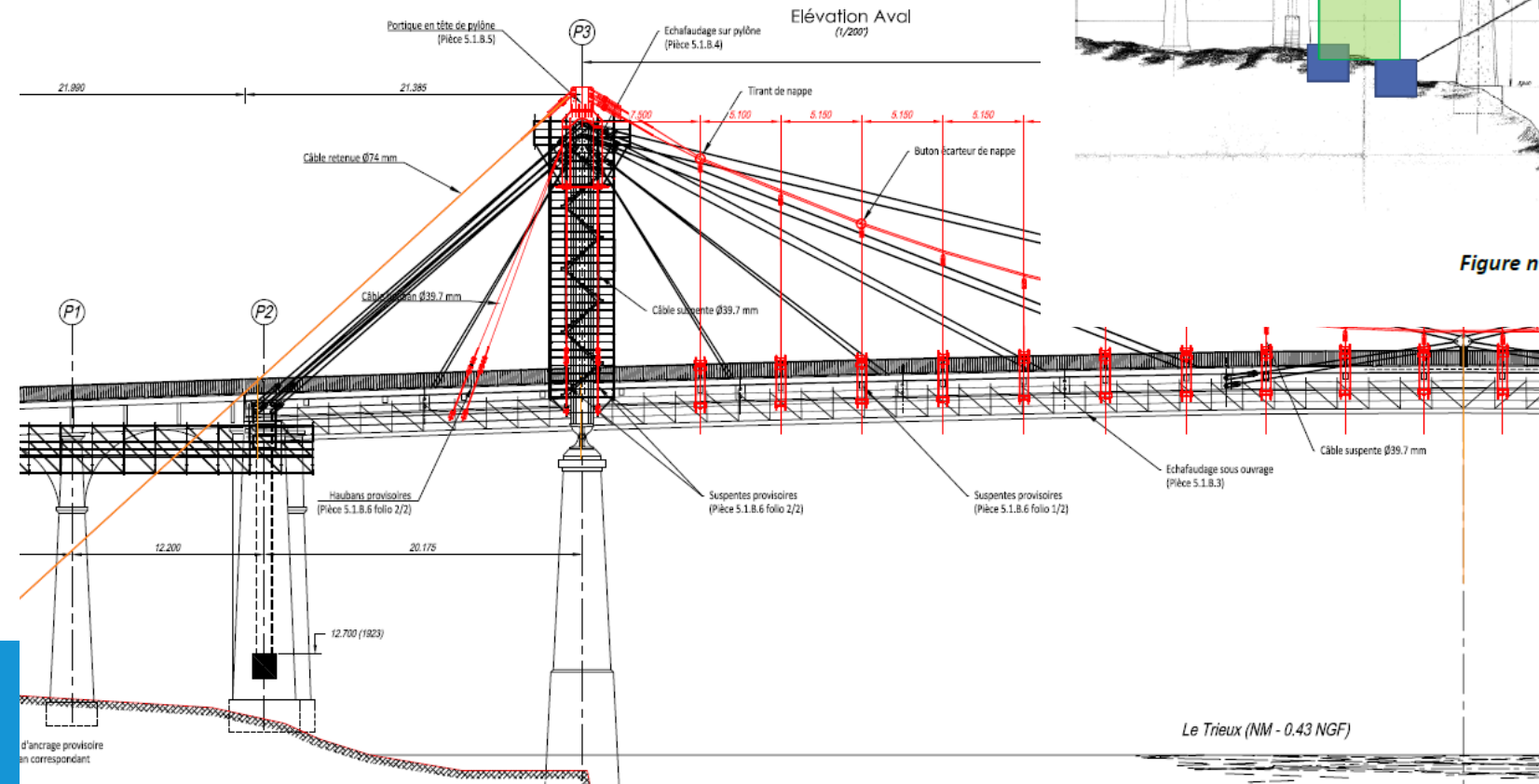
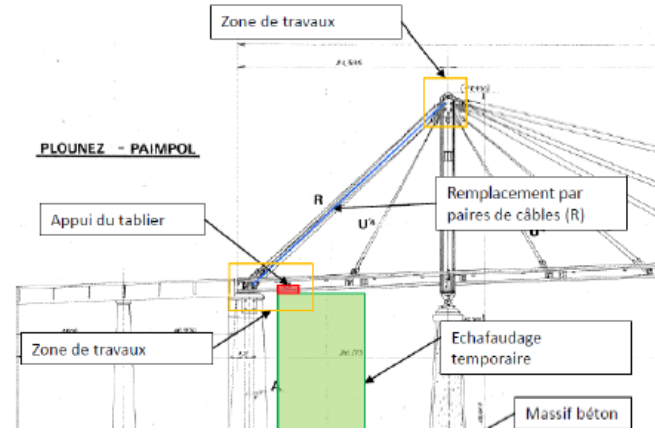


Figure n°49 : Principe



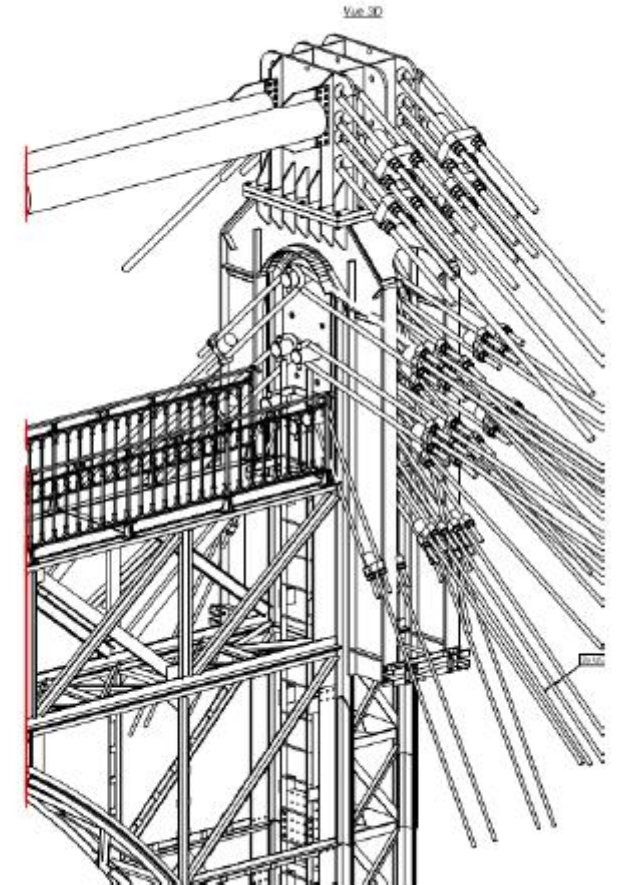
Le Trioux (NM - 0.43 NGF)

Marché public



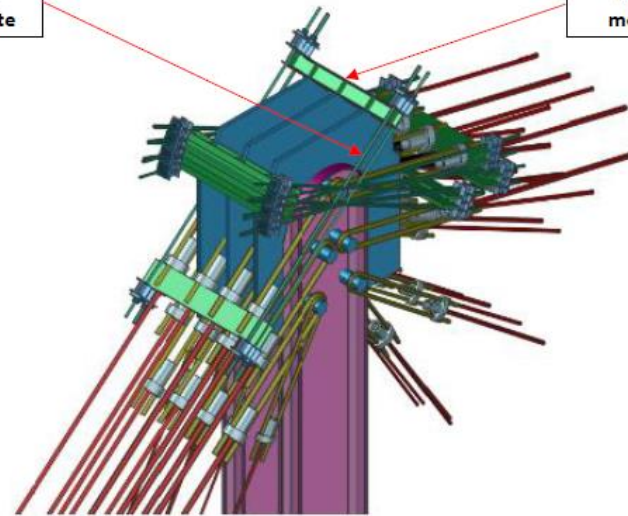
Etudes d'Avant projet nécessaires :

- Vérification faisabilité géométrique avec mise en plan
- Prédimensionnement :
 - Echafaudage temporaire (vert)

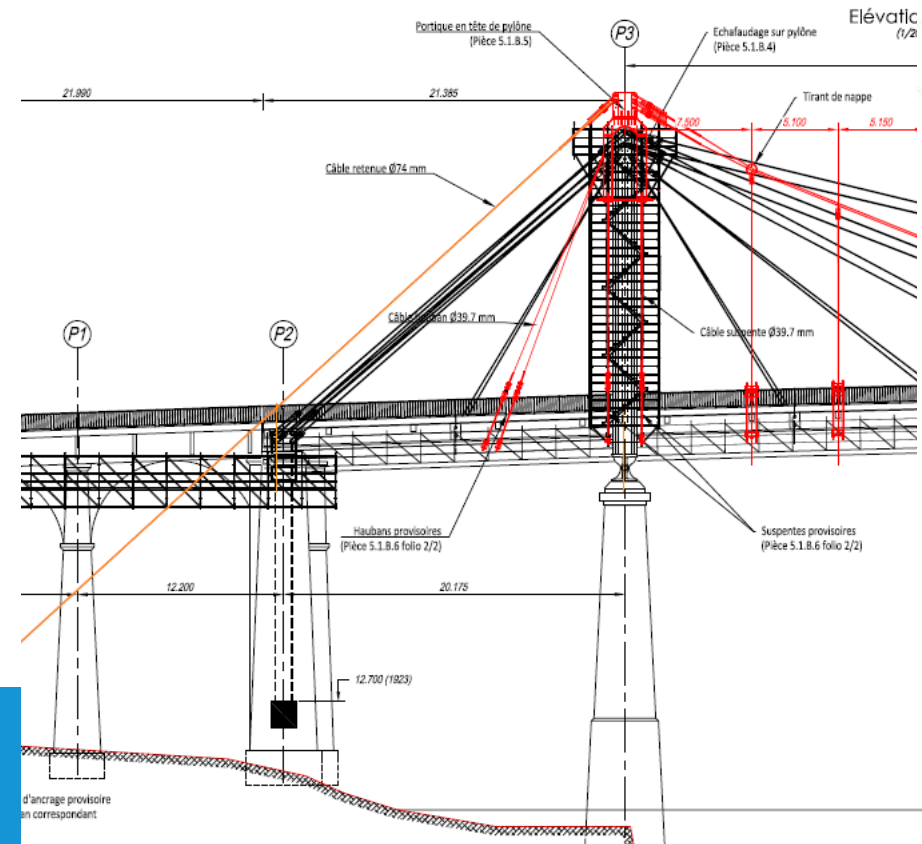


Barres de précontrainte

Chevêtre métallique



Le Trioux (NM - 0.43 NGF)



Marché public

Négociation des variantes sur 2 axes :

Exploitation et environnement

- Réduction des longueurs d'alternat (max. 200m)
- Proposition plateforme annexe à l'OA
- Nombres de fermetures nocturnes (≈ 100)
- Diminution emprise base vie sur bords Estran
- Implantation massifs en évitant les zones sensibles idé
- Partenaire suivi environnemental
- Traitement eaux usées/qualité eaux



Acteurs du dossier

Maitre d'Ouvrage:



Assistance à la Maitrise d'Ouvrage : Groupement de Maitrise d'Œuvre :



Coordonnateur Santé Sécurité :



Entreprises travaux :



Contrôle extérieur :



Innovation : instrumentation contrôle extérieur

Mise en place instrumentation de surveillance du basculement des pylônes :

- Installations de 12 inclinomètres sur pylônes métalliques et piles béton
- Mesures visualisées en temps réel sur plateforme Web
- Envoi rapports mensuels et paramétrage alarmes
- Gestion de la fréquence des mesures => autonomie variable

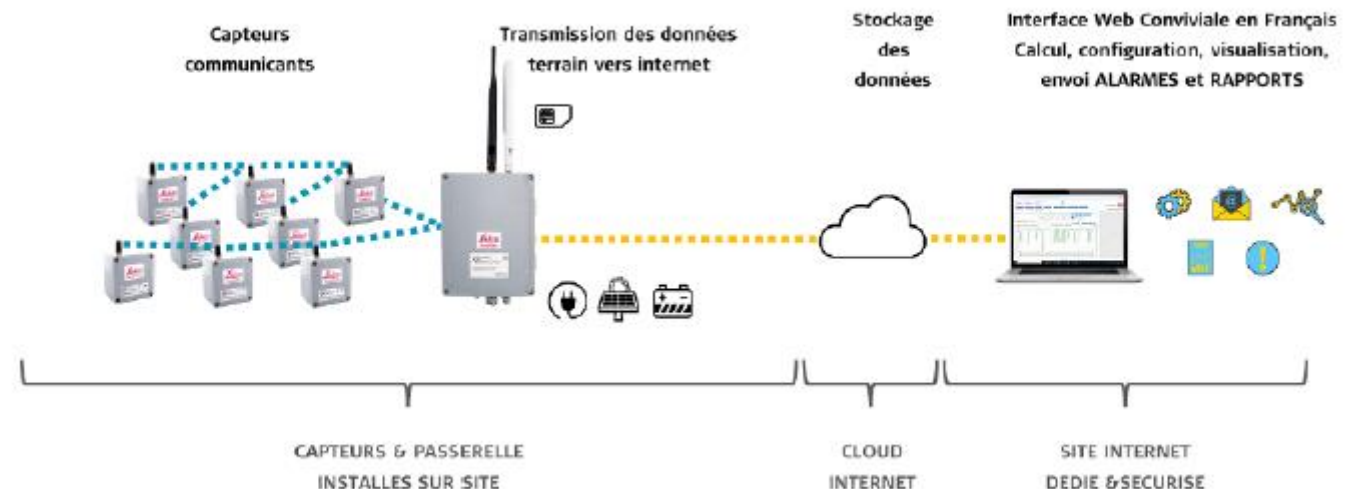
Etude en cours pour pérenniser l'installation de capteurs

Innovation : instrumentation contrôle extérieur

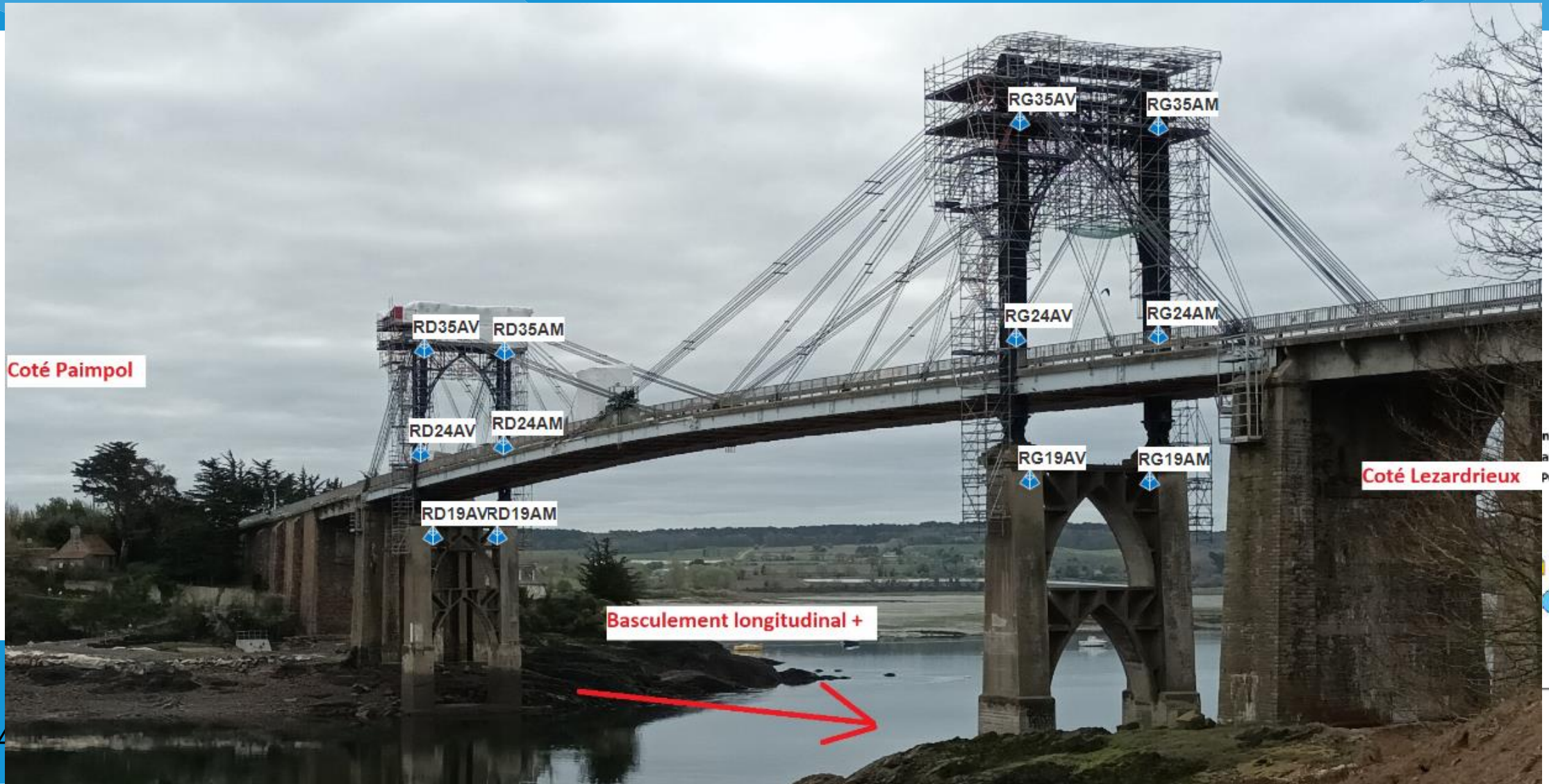
Mise en place instrumentation de surveillance du basculement des pylônes :

- Installations de 12 inclinomètres sur pylônes métalliques et piles béton
- Mesures visualisées en temps réel sur plateforme Web
- Envoi rapports mensuels et paramétrage alarmes
- Gestion de la fréquence des mesures → autonomie variable

Etude en cours pour pérenniser l'installati



Innovation : instrumentation contrôle extérieur



Coté Paimpol

Coté Lezardrieux

Basculement longitudinal +

en Français
alisation,
PORTS



Innovation : suivi de travaux à distance

Mise en place :

- Installation de 2 boîtiers photo 24Mpx + espace sauvegarde sur internet
- Support de communication timelapse pour réseau sociaux
- Suivi des travaux journalier avec envoi automatisé de photographies à liste de diffusion email
- Consultation « direct » => réponse aux administrés
- Options de captation par drones (images diurnes ou nocturnes)

Vidéo 3 années chantier à venir



vendredi 23 juin 2023, 12:00:01 (UTC+0200)

Innovation : exploitation routière

Anticipation des difficultés d'exploitation liées à l'alternat:

- Simulations dynamique de trafic
- 4 Panneaux à Messages Variables (dont 2 fixes)
- Mise à disposition du Temps de Parcours aux usagers
- Page web dédiée
- Abonnement « alertes fermetures »
- Réunions information régulières élus/acteurs économiques locaux (maraîchers) – vidéos SDT

Mais toujours des imprévus...

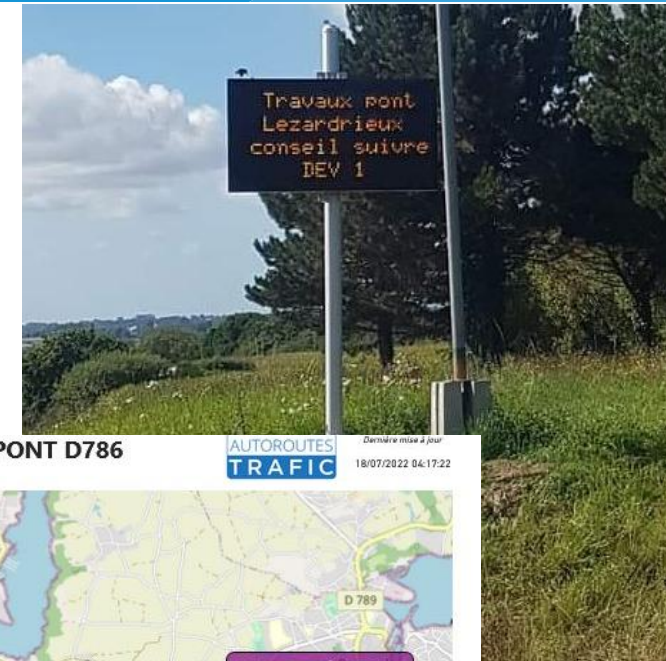


Innovation : exploitation routière

Anticipation des difficultés d'exploitation liées à l'alternat:

- Simulations dynamique de trafic
- 4 Panneaux à Messages Variables (dont 2 fixes)
- Mise à disposition du Temps de Parcours aux usagers
- Page web dédiée
- Abonnement « alertes fermetures »
- Réunions information régulières élus/acteu (maraîchers) – vidéos SDT

Mais toujours des imprévus...

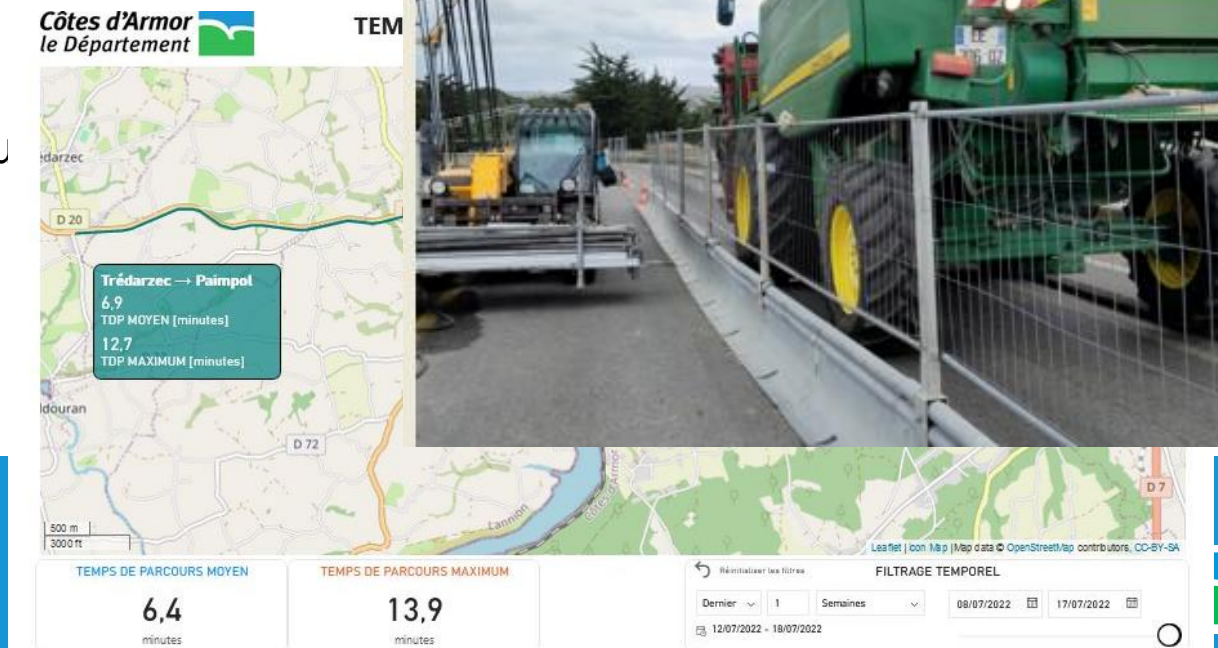


Innovation : exploitation routière

Anticipation des difficultés d'exploitation liées à l'alternance

- Simulations dynamique de trafic
- 4 Panneaux à Messages Variables (dont 2 fixes)
- Mise à disposition du Temps de Parcours aux usagers
- Page web dédiée
- Abonnement « alertes fermetures »
- Réunions information régulières élus/acteurs (maraîchers) – vidéos SDT

Mais toujours des imprévus...



Merci pour votre attention

Retrouvez-nous sur



Réhabilitation du Pont Saint-Christophe - Phase Conception

✓ Equipe de Maitrise d'Œuvre



- Pilotage et gestion contractuelle
- Etudes de génie civil
- Etudes réglementaires
- Assistance communication et concertation
- Suivi des travaux



- Diagnostic haubans et charpentes
- Etudes de conception des haubans et charpentes
- Assistance en suivi des travaux



- Etudes architecturales des passerelles
- Etudes liées au classement de l'ouvrage



- Etudes écologiques et paysagères
- Assistance en études réglementaires et communication et concertation

Réhabilitation du Pont Saint-Christophe - Phase Conception

✓ Programme initial de Maitrise d'Œuvre

▪ Réhabilitation globale de l'ouvrage :

- Diagnostic ouvrage
- Etudes préliminaires de solution de réhabilitation , notamment remplacement des câbles « les plus pathogènes »
- MOE complète scindée en 2 parties
 - Remplacement des câbles
 - Réhabilitation des autres structures
- Etudes environnementales et réglementaires

▪ Contraintes:

- Maintien de la circulation
- Études opportunité de réaliser passerelle mode doux
- Etude opportunité de classement de l'ouvrage
- Présence amiante & plomb

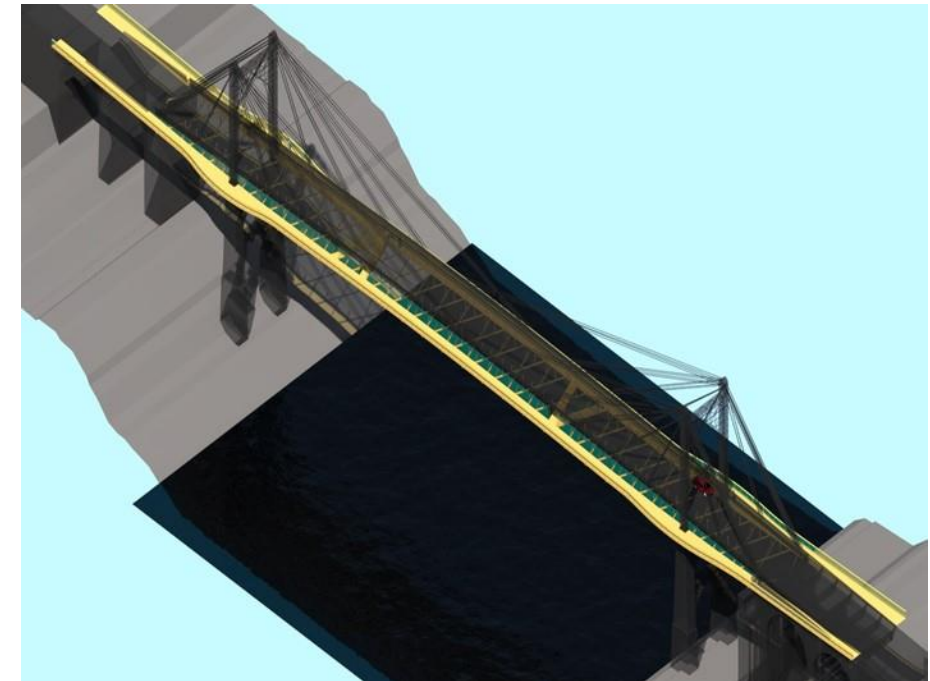


Réhabilitation du Pont Saint-Christophe - Phase Conception

- ✓ Etudes Phase 1 : Mission de Diagnostic de l'ouvrage
 - Etablissement de l'état des lieux
 - Analyse des pathologies de l'ouvrage
 - Recalcul de l'ouvrage et vérification des structures
 - Études de faisabilité d'ajout d'une passerelle modes doux
 - Conclusion du diagnostic :
 - Etat alarmant de certains câbles (rupture de fils, gonflements, corrosion), structures métalliques dégradées (perforations, creusements, corrosion avancée)
 - Dépassement de capacités d'une grande partie des éléments (120 câbles, axes en tête, culots, étriers)
 - Remplacement urgent de la suspension
 - Rénovation des structures métalliques dans un futur proche

Réhabilitation du Pont Saint-Christophe - Phase Conception

- ✓ Etudes Phase 2 : Mission MOE (AVP/PRO/DCE/ACT)
 - Confirmation des études DIAG : remplacement de l'ensemble de la suspension lors de la première phase de travaux
 - Prise en compte de la charge supplémentaire due à l'ajout d'une passerelle éventuelle
 - Solution pour la passerelle : 2 passerelles pour 2 voies de 1,5 m ; 2 accès par rive
 - Définition d'une méthodologie travaux pour la suspension provisoire
 - Simulations dynamiques de trafic



→ Les travaux actuels sont l'objet de la première phase de réhabilitation consistant au remplacement global de la suspension

Réhabilitation du Pont Saint-Christophe - Phase Conception

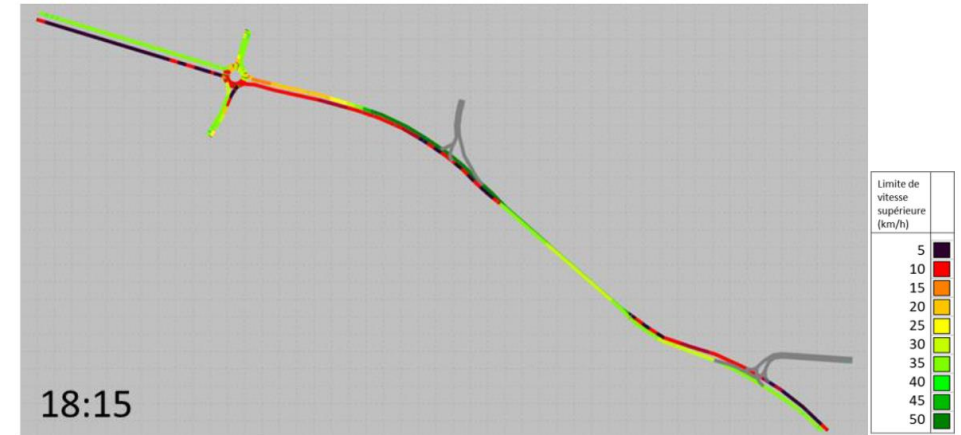
✓ Etudes Phase 2 : Mission MOE (AVP/PRO/DCE/ACT)

Simulations dynamiques de trafic

- Basées sur des comptages sur site
- 3 scénarios d'alternats simulés
- Simulation au ¼ d'heure
- Définition des remontées de files & temps d'attente

Assistance au choix du dispositif d'alternat

- Choix de la mise en place de feux « intelligents »
- Alternat de 200m maximum
- Communication en amont des résultats aux communes concernées



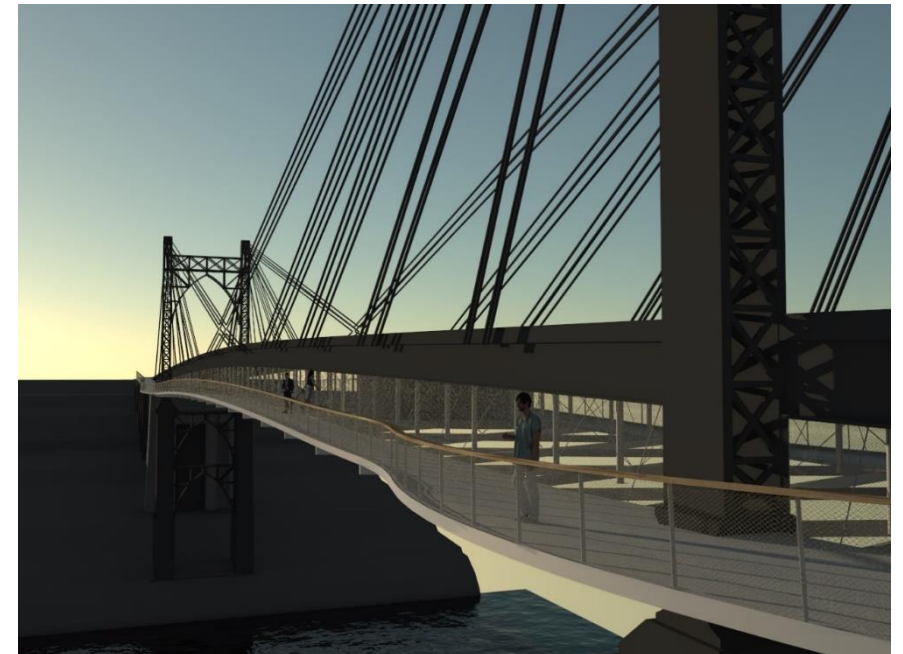
| Quart d'heure | Est | | Ouest | |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | Queue moyenne | Queue maximum | Queue moyenne | Queue maximum |
| 16:00:00 | 84 | 264 | 197 | 449 |
| 16:15:00 | 140 | 272 | 252 | 505 |
| 16:30:00 | 190 | 271 | 446 | 591 |
| 16:45:00 | 224 | 271 | 558 | 595 |
| 17:00:00 | 226 | 270 | 565 | 593 |
| 17:15:00 | 225 | 270 | 563 | 599 |
| 17:30:00 | 226 | 270 | 556 | 587 |
| 17:45:00 | 225 | 270 | 563 | 594 |
| 18:00:00 | 225 | 270 | 569 | 600 |
| 18:15:00 | 226 | 271 | 563 | 607 |
| 18:30:00 | 225 | 270 | 562 | 594 |

Réhabilitation du Pont Saint-Christophe - Phase Conception



Réhabilitation du Pont Saint-Christophe - Phase Conception

- ✓ Etudes Phase 3 : Réhabilitation des autres travaux d'ouvrage
 - Réalisation d'un dossier de subvention Fond Mobilités Actives pour passerelle mode doux
 - Définition des travaux de réhabilitation nécessaire pour la pérennité globale de l'ouvrage
 1. Conception des passerelles mode doux
 2. Reprise du profil en travers et garde-corps
 3. Renforcement structures tablier métallique
 4. Reprises des maçonneries culées & piles
 5. Renforcement des ouvrages béton (travées accès)
- en cours de démarrage d'étude



Volet environnemental



Les principaux enjeux autour du pont :

- **Bonne qualité des eaux**, bonne qualité sanitaire des **coquillages** ;
- **Nombreux usages** sur le Trieux : ostréiculture, pêche, kayak, plaisance ;
- Site **Natura 2000** pour les habitats naturels et les oiseaux (rives en particulier) et ZNIEFF 2
- **Site classé** de l'estuaire du Trieux (patrimoine et paysage)



Prés à Salicorne



Prés salés à Obione

Volet environnemental



Les principaux enjeux autour du pont :

- **Nidification du Choucas des tours** sous le tablier du pont (espèce protégée)
- **GR34 et véloroute** sur le pont
- Présence d'habitations aux abords du pont (**nuisances** potentielles)

⇒ *Étude des incidences Natura 2000*

⇒ *Demande d'autorisation environnementale (loi sur l'eau + site classé) ayant évolué vers **Demande de travaux d'urgence***

⇒ *Intégration des enjeux au CCTP entreprises*



Habitation côté Lézardrieux



Choucas des tours

Volet environnemental

Les travaux doivent :

- **Respecter les prescriptions** de l'arrêté préfectoral d'autorisation, mesures d'évitement et de réduction à mettre en œuvre pendant les travaux ;
- **Préserver les habitats** des rives pendant les travaux d'ancrage ;
- **Limiter les rejets** dans le Trieux (base vie et travaux d'ancrage) et **surveiller la qualité** de l'eau



Piste de travail en rive gauche



Mise en défens des prés à Obione



Gestion des eaux pluviales de la base vie

Volet environnemental



Les travaux doivent :

- **Préserver le site classé** : implantation et insertion de la base vie ;
- **Empêcher la nidification** des Choucas par mise en place d'un dispositif sous le tablier ;
- **Maintien de la circulation piétonne** sur le pont ;
- **Précautions** sur le chantier pour empêcher les pollutions et limiter les nuisances,

⇒ *Adaptation des méthodes par rapport aux enjeux et à la faisabilité technique*



Intégration de la base vie dans le site classé



Maintien du GR34

RENCONTRE REGIONALE OUVRAGES D'ART
REGIONS BRETAGNE ET PAYS DE LA LOIRE

PONT SAINT-CHRISTOPHE PAIMPOL-LEZARDRIEUX - 4 JUILLET 2023



BE indépendant fondé en 1991



OUVRAGES D'ART - GENIE CIVIL
www.artcad-etudes.fr

513 Rue de Sans Souci - F - 69760 LIMONEST
Tél : 04 72 27 17 75 - Fax : 04 72 27 02 81
E-mail : artcad@artcad-etudes.fr

Missions de maîtrise d'œuvre ou assistance MOE

- Ouvrages existants : réhabilitations, renforcement, réparation
- Ouvrages neufs (10 à 20 % de l'activité)
- Ouvrages anciens, atypiques, Classés ou Inscrits Monuments Historiques
- Projets complexes
- Ponts suspendus : plus du 1/3 des ponts suspendus de Métropole traités + expertise à l'étranger
- Ponts mobiles
- Problématiques des ouvrages anciens : capacité, matériaux, définition et pilotage des investigations
- Modification des fonctionnalités : ajout de passerelles modes doux



OUVRAGES D'ART - GENIE CIVIL
www.artcad-etudes.fr

513 Rue de Sans Souci - F - 69760 LIMONEST
Tél : 04 72 27 17 75 - Fax : 04 72 27 02 81
E-mail : artcad@artcad-etudes.fr



Pont mobile SCHERZER

Pont VIII

HAROPA PORTS LE HAVRE



OUVRAGES D'ART - GENIE CIVIL
www.artcad-etudes.fr

513 Rue de Sans Souci - F - 69760 LIMONEST
Tél : 04 72 27 17 75 - Fax : 04 72 27 02 81
E-mail : artcad@artcad-etudes.fr



Pont de Normandie



Pont de BONNEUIL-
MATOURS (86)



OUVRAGES D'ART - GENIE CIVIL
www.artcad-etudes.fr

513 Rue de Sans Souci - F - 69760 LIMONEST
Tél : 04 72 27 17 75 - Fax : 04 72 27 02 81
E-mail : artcad@artcad-etudes.fr



Pont suspendu de CHATILLON-SUR-LOIRE (45) avec passerelle mode doux accrochée
Alain SPIELMANN Architecte

Missions – Phase conception - recalculs

Missions de MOE pour l'ensemble des travaux du pont haubané (structure et superstructures)

- Diagnostics + cahiers des charges investigations (G5/G2 – topographiques) – EPOA-AVP-PRO-ACT
- Modélisations et justifications incluant passerelles ultérieures
- Conceptions des solutions et phases provisoires
- 1^{er} DCE de remplacement de l'ensemble des 200 câbles de l'ouvrage

Missions – phase chantier

Missions de MOE pour l'ensemble des travaux du pont haubané (structure et superstructures)

- VISA y compris procédures, matériaux
- Assistance technique DET et AOR au mandataire pour les parties spécifiques au remplacement de suspension:
 - ✓ sujets techniques études et tenues de réunions spécifiques études
 - ✓ présence notamment pendant les phases de transferts de charges et équilibrage
 - ✓ levée de points d'arrêt transferts de charges

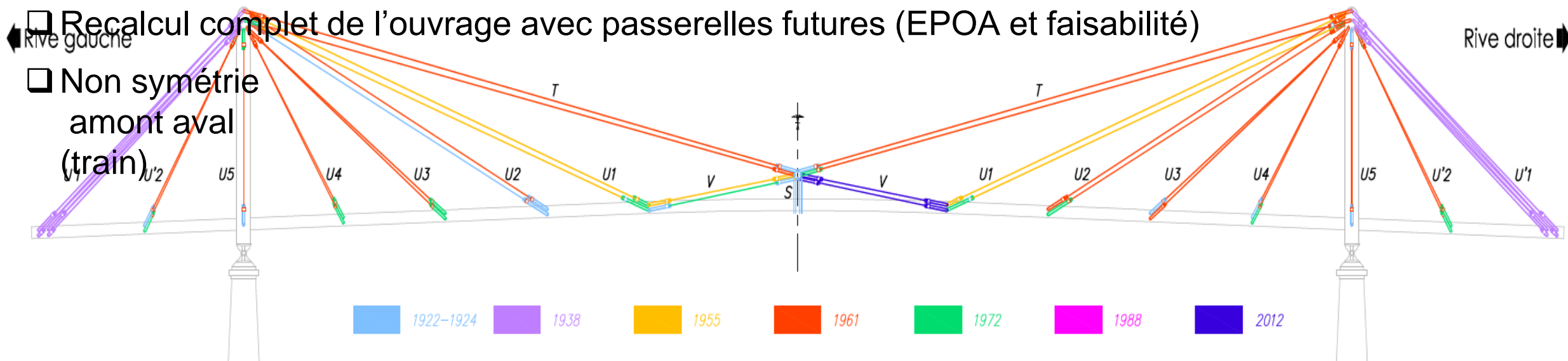
Conception

et calculs

Diagnostics et recalculs

- Etat et ancienneté des câbles
- Capacité des câbles
- Recalcul complet de l'ouvrage avec passerelles futures (EPOA et faisabilité)

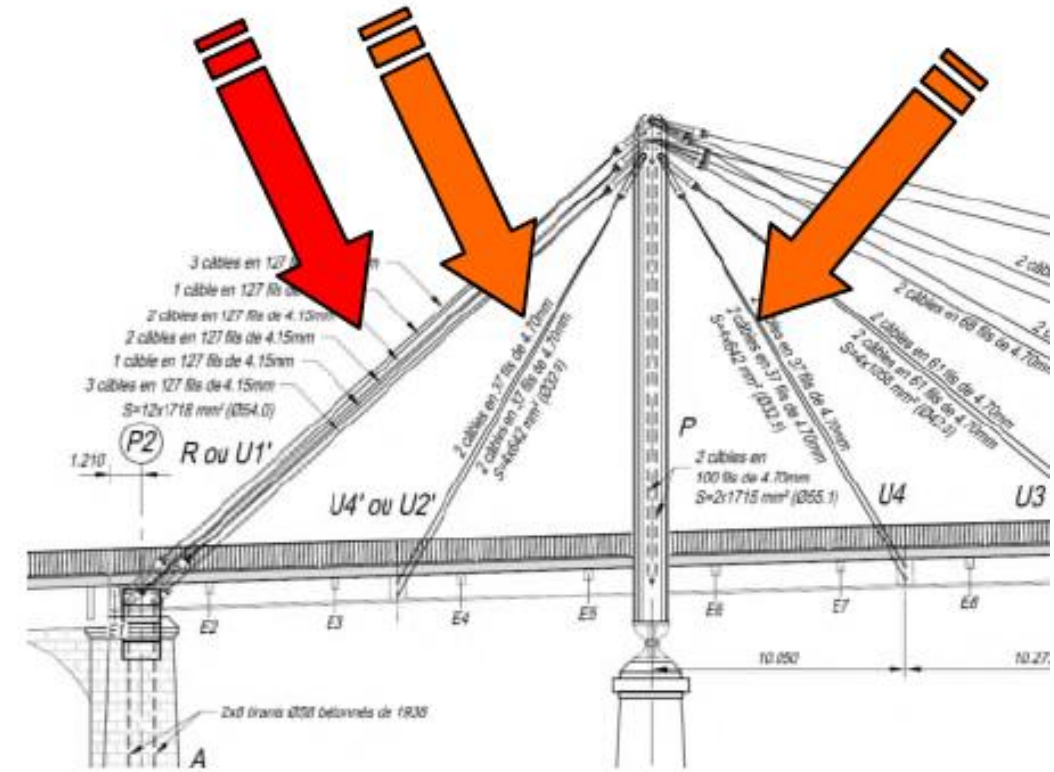
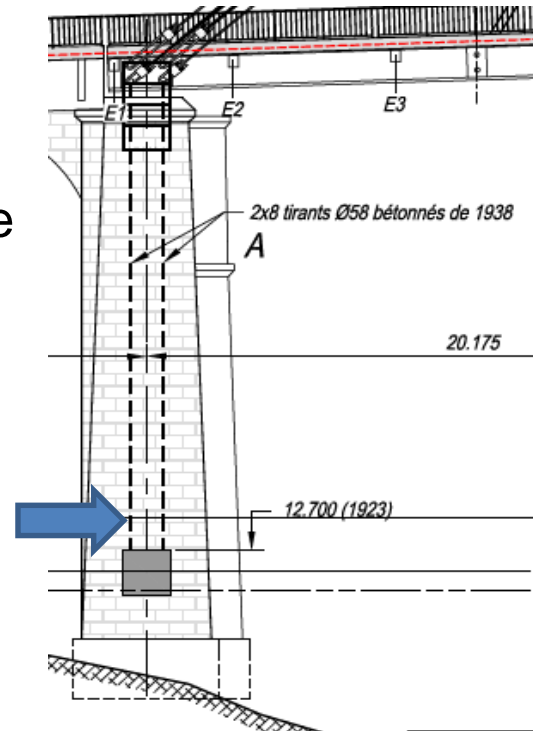
Non symétrie
amont aval
(train)



Conception et calculs

Résultats

- ❑ Capacité dépassée
- ❑ Marge théorique 5 % max
- ❑ Aucun axe de hauban en tête de pylône n'est justifié
- ❑ Certains axes de tablier à remplacer
- ❑ Tirants d'amarrage de 1938 bétonnés dans les piles



➔ plus de la moitié des haubans à remplacer après recalculs

Conception et calculs

Décision du MOA à l'issue de l'EPOA

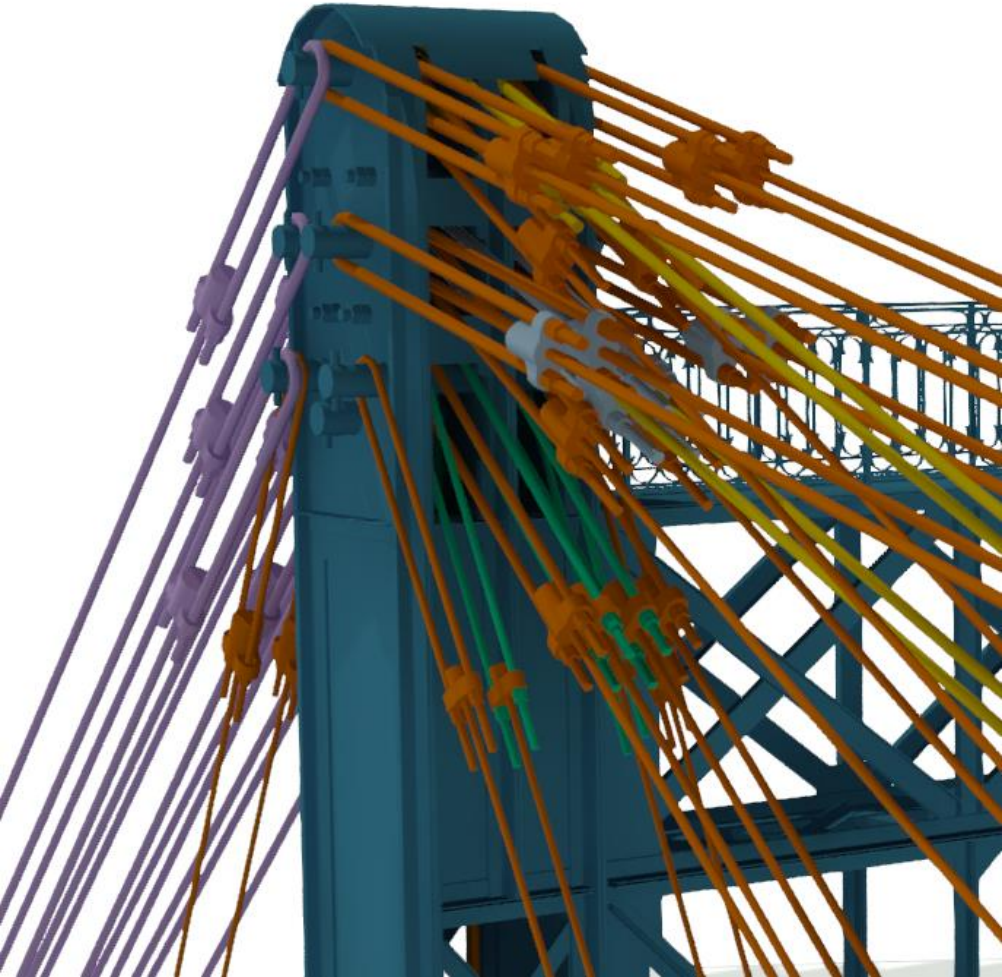
- Poursuivre avec le remplacement complet des câbles de la suspension (200 câbles)
- Dimensionner les éléments de suspension pour reprendre les charges et surcharges de passerelles piétonnes (2x 1,50 m utiles)

Contraintes techniques

- Etat de l'ouvrage (capacité réelle des câbles, tirants bétonnés)
- Déréglage et affaissement du tablier de 56 cm – non verticalité des pylônes (max 11 cm)
- Présence d'amiante dans toutes les peintures de l'ouvrage
- Peu/pas de place disponible entre les poutres et en tête de pylône

Contraintes architecturales et patrimoniales

Conception et calculs



- Peu de place disponible en tête de pylône : contrainte pour transferts de charges

Conception et calculs

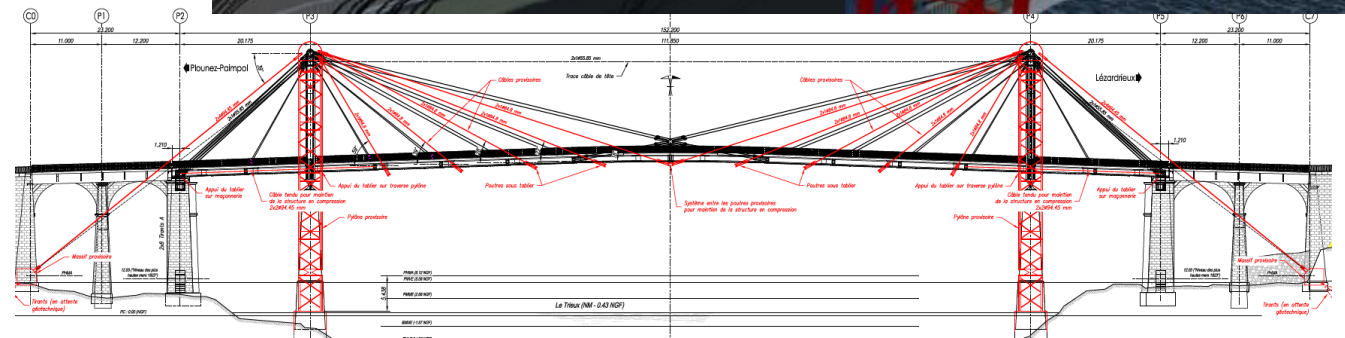
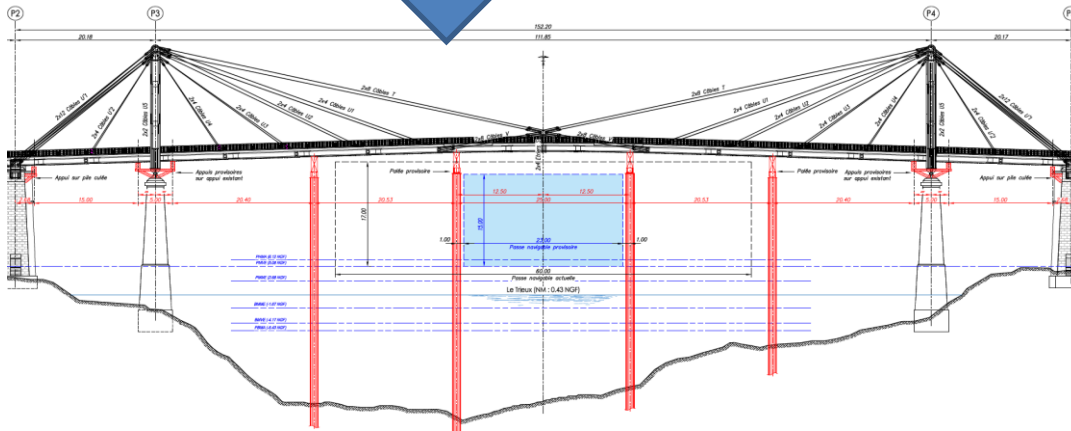
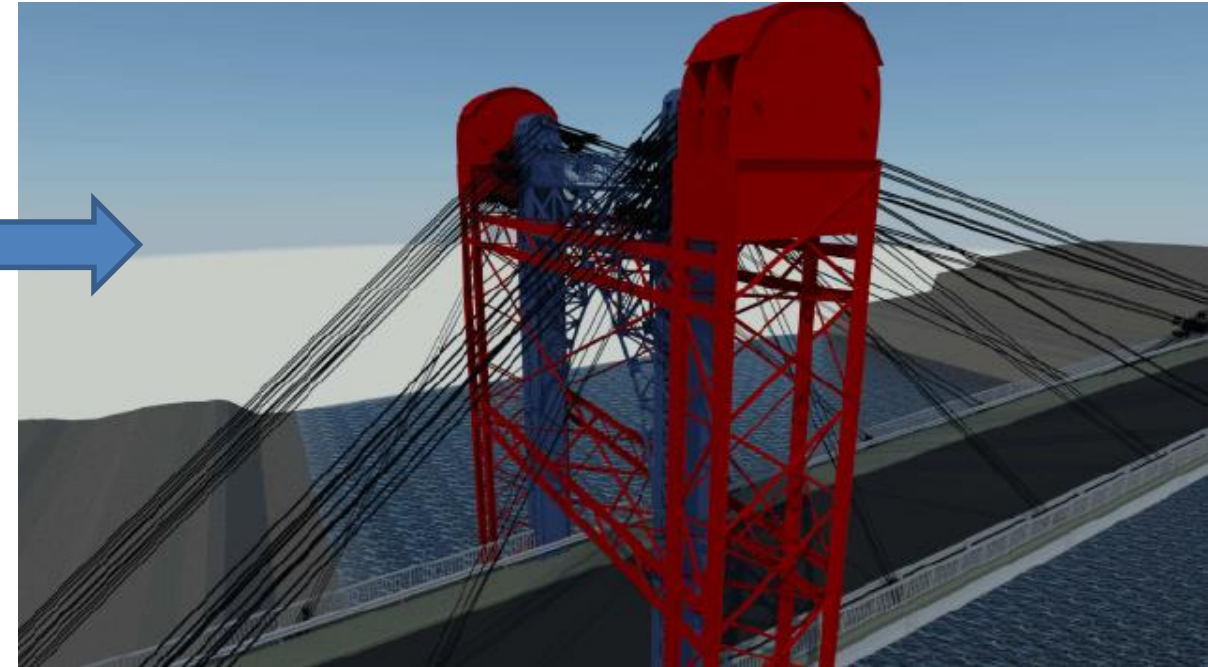


- ❑ Peu de place disponible entre les poutres

Conception et calculs

2 hypothèses étudiées en EPOA pour le remplacement de la suspension

- ❑ Pylône déporté avec suspension provisoire – avec étude 3D → choix MOA solution base DCE
- ❑ Recours à des palées provisoires



Volet technique – Conception et calculs

PRO – avec solution de base pylônes provisoires

- Redonner le PL théorique de l'ouvrage et prise en compte passerelles futures
- Nécessité de recours à des aciers traités thermiquement pour certains axes
- Ouvrage projeté et phases travaux : pas de convoi exceptionnels
- Zones installations chantier prévues en amont de la consultation
- Options proposées et retenues par le MOA : galvanisation étriers neufs – remise en peinture intérieur poutres et têtes pylônes
- Choix MOA : câbles à torsion alternative

Volet technique – Conception et calculs

DCE – avec solution de base pylônes provisoires

- Phase travaux : maintien d'une voie de circulation (3 m) – coupures de nuit (estimées 100) – maintien d'une voie piétonne – alternats à feux intelligents pour peu que les usagers respectent le Code de la Route
- Exigence de l'appel à une suspension provisoire pour dégager les têtes de pylône et les intérieurs de poutres
- Prise en compte de l'état de l'OA dans les phases provisoires et poursuite de la **surveillance renforcée** par le titulaire
- Exigence de contrôle de 100% des tirants provisoires** dans le sol (dérogation TA 2020)
- Exigence de présentation par l'entreprise de la méthode de dépose de suspension amiantée à l'Inspection du Travail, CARSAT, AVANT établissement du plan de retrait à l'aide d'un document **didactique**
- Encadrement technique **précis** des variantes **dans le CCTP**

Réhabilitation du pont Saint-Christophe de Lézardrieux



Journée RROA du 04 juillet 2023

Réhabilitation du pont Saint-Christophe de Lézardrieux

SOMMAIRE :

Répartition des travaux au sein du groupement

Variante – Suspension provisoire

Moyens de manutention et d'accès

Spécificités - Suivi de la qualité des milieux

Spécificités - Circulation sur l'ouvrage pendant les travaux

Mise en place de la suspension provisoire

Premier transfert de charge

Dépose de la suspension existante

Mise en œuvre de la nouvelle suspension

Réparations locales sur l'ouvrage

Renforcement de l'ouvrage

Désamiantage et peinture sur ouvrage métallique

Terrassement et génie civil

Répartition des travaux au sein du groupement

BAUDIN CHATEAUNEUF :

La base-vie et balisage/signalisation de chantier
La mise en œuvre des accès
La pose et dépose de la suspension provisoire
Le remplacement de la suspension existante
La réalisation des épreuves
Les investigations complémentaires sur matériaux
Les contrôles environnementaux

CHARIER GC :

L'aménagement de la plateforme d'installation de chantier rive droite
La réalisation des massifs d'ancrage provisoire
La réalisation des appuis de la plateforme provisoire

LASSARAT :

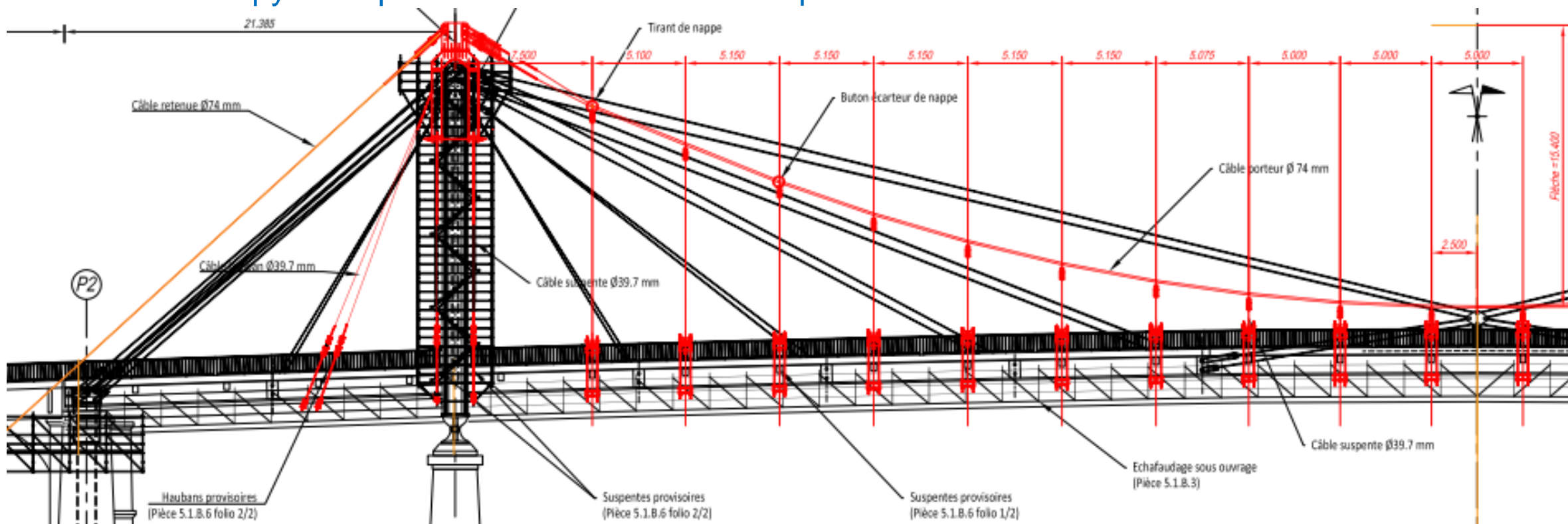
Travaux préparatoires à la dépose de la suspension existante et notamment les désamiantages locaux
Traitement anticorrosion :

- de l'intérieur des poutres
- des têtes de pylônes et nœuds centraux
- de toute la suspension neuve

Variante – Suspension provisoire

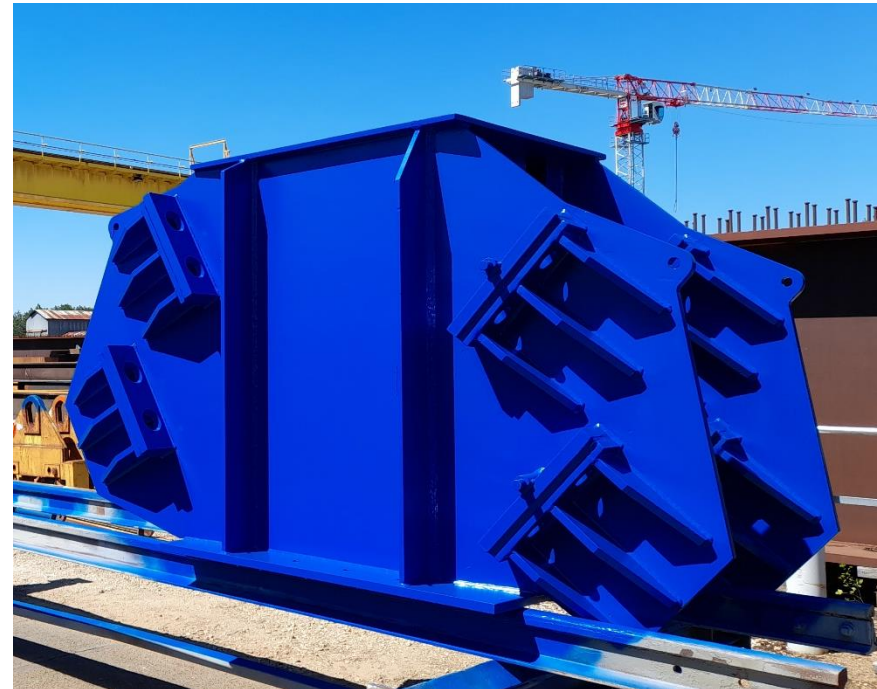
- Mise en œuvre d'une suspension parabolique provisoire intérieure aux nappes de câbles existantes
- Suspension provisoire appuyée sur les têtes de pylônes existants

→ Pas de pylônes provisoires ni de fondations provisoires dans le cours d'eau



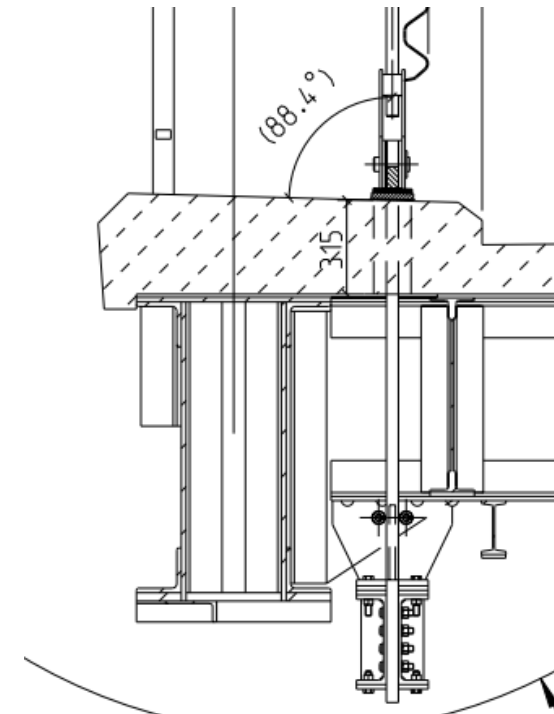
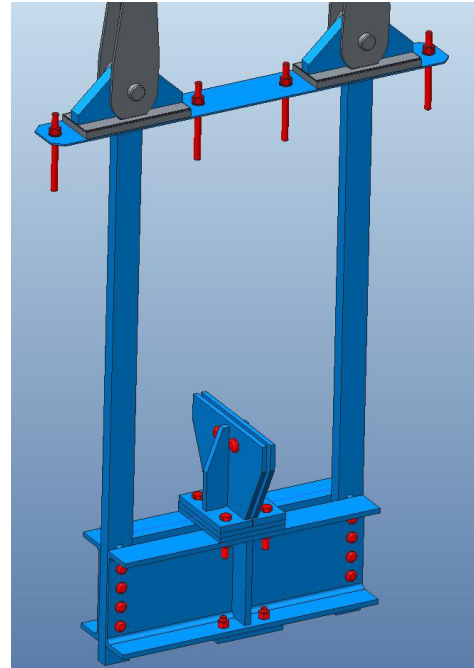
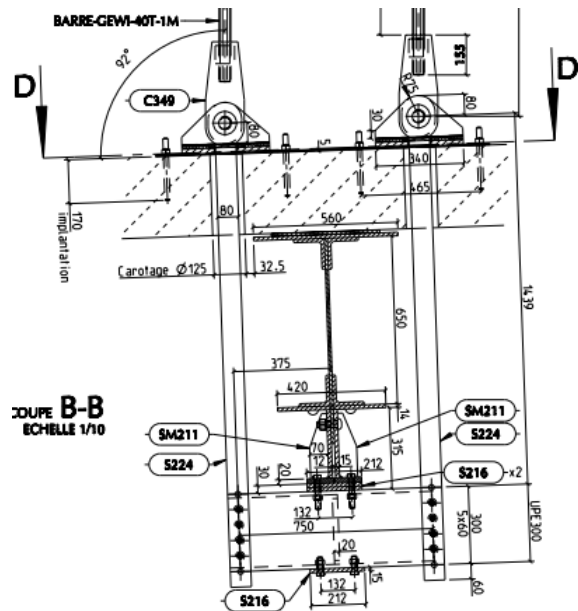
Variante – Suspension provisoire

- Têtes de piles provisoires servant également de maintien du pylône en phase provisoire



Variante – Suspension provisoire

- Attache basse de la suspension autour des entretoises du tablier
- Poutre caisson laissée libre pour entretien et réparation



Moyens de manutention et d'accès

- Moyens de manutention
 - Grue GMA (levage jusqu'à 4t)
 - 4 Potences de levage, une sur chaque pylône



Moyens de manutention et d'accès

- Accès spécifiques
 - Plateforme de stockage et base-vie amiante (29T de charpente)
 - Echafaudage suspendu (1 400m²)
 - Echafaudages de pylônes



Spécificités - Suivi de la qualité des milieux

- Prélèvements et analyses
 - Eaux, sédiments et coquillages
 - Sondes multi paramètres de suivi en continu
- Emprises de chantier réduites + installation de récupération et traitement des eaux de ruissellement



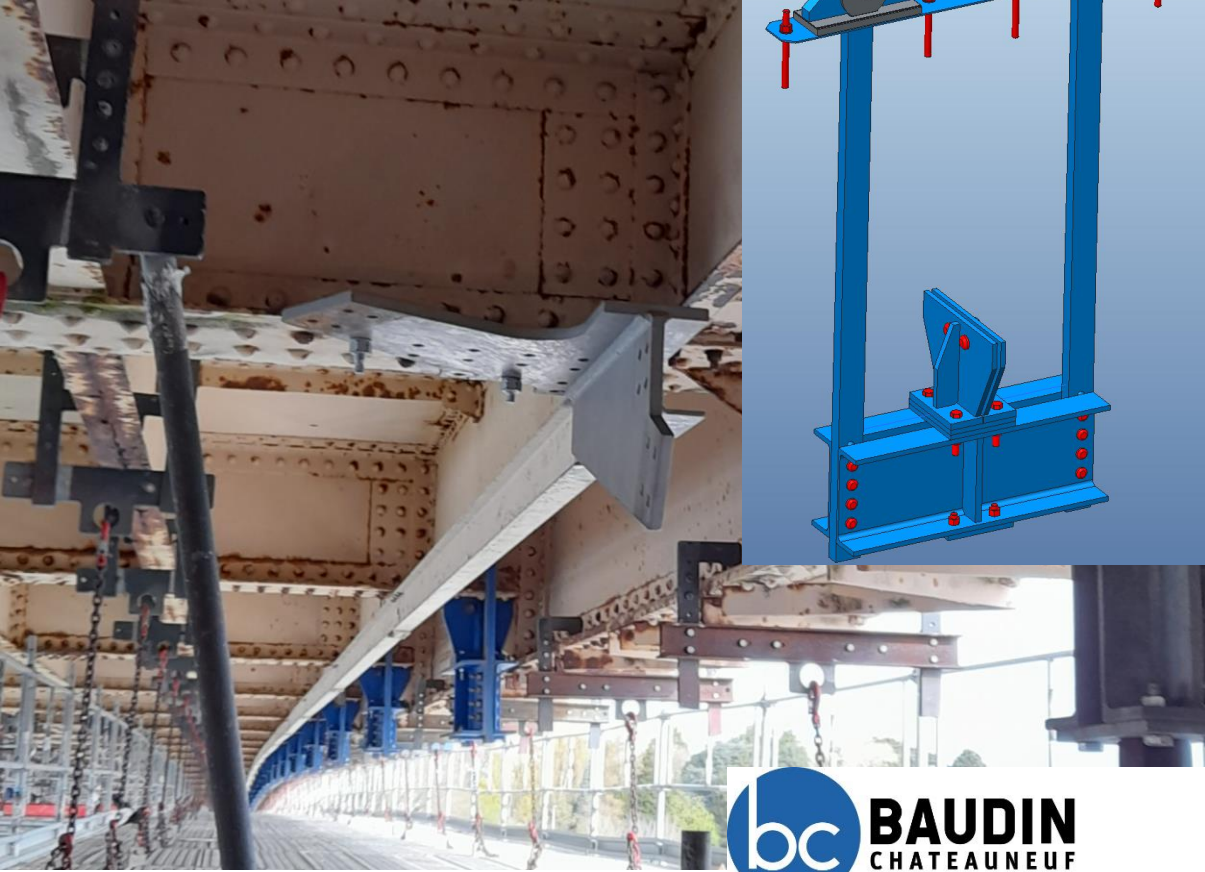
Spécificités - Circulation sur l'ouvrage pendant les travaux

- Circulation tout tonnage maintenue pendant toute la durée des travaux
- Gestion du trafic sur un alternat de 200m
 - Feux intelligents à radar de régulation
- Interventions de nuits sous coupure :
 - Grutage,
 - Travaux sans charge d'exploitation



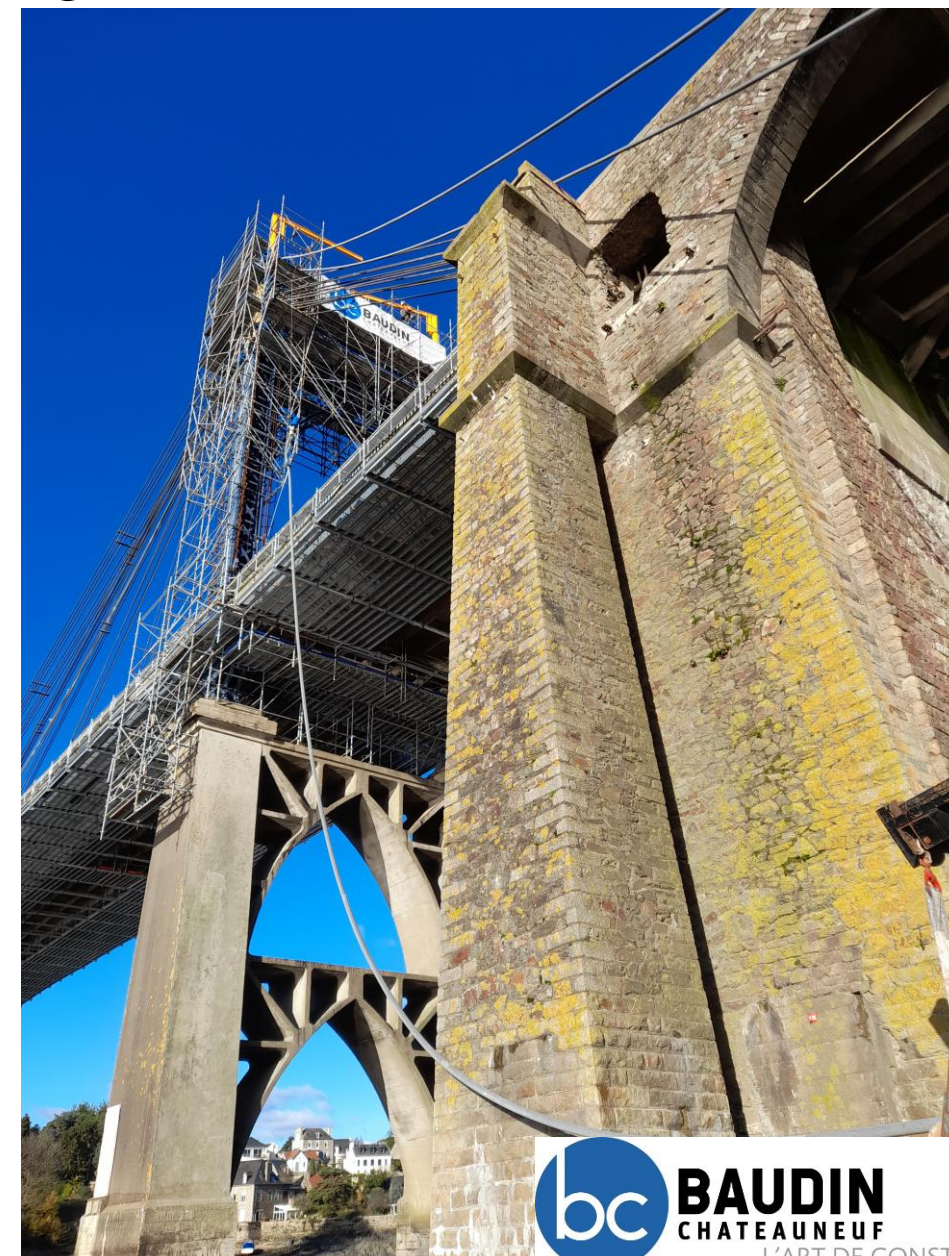
Mise en place de la suspension provisoire

- Les selles provisoires (45T)
- Les attaches basses 40 unités + 12 spéciales.



Mise en place de la suspension provisoire

- Lancement des 24 câbles provisoires



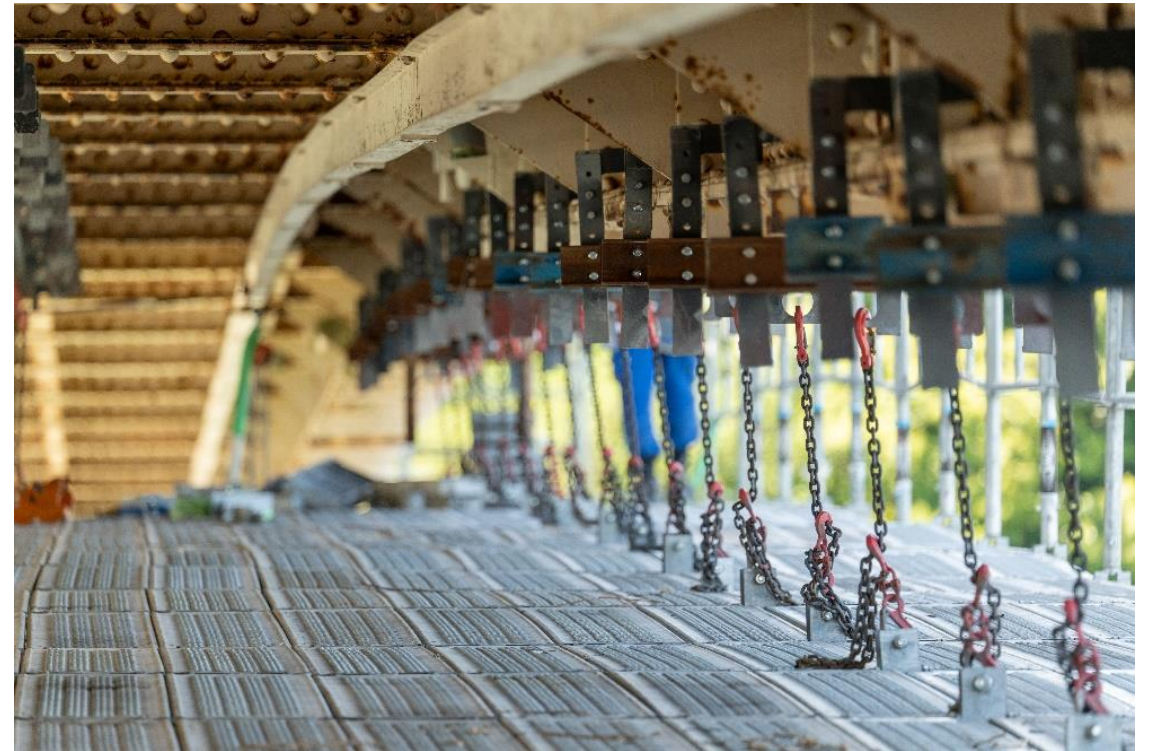
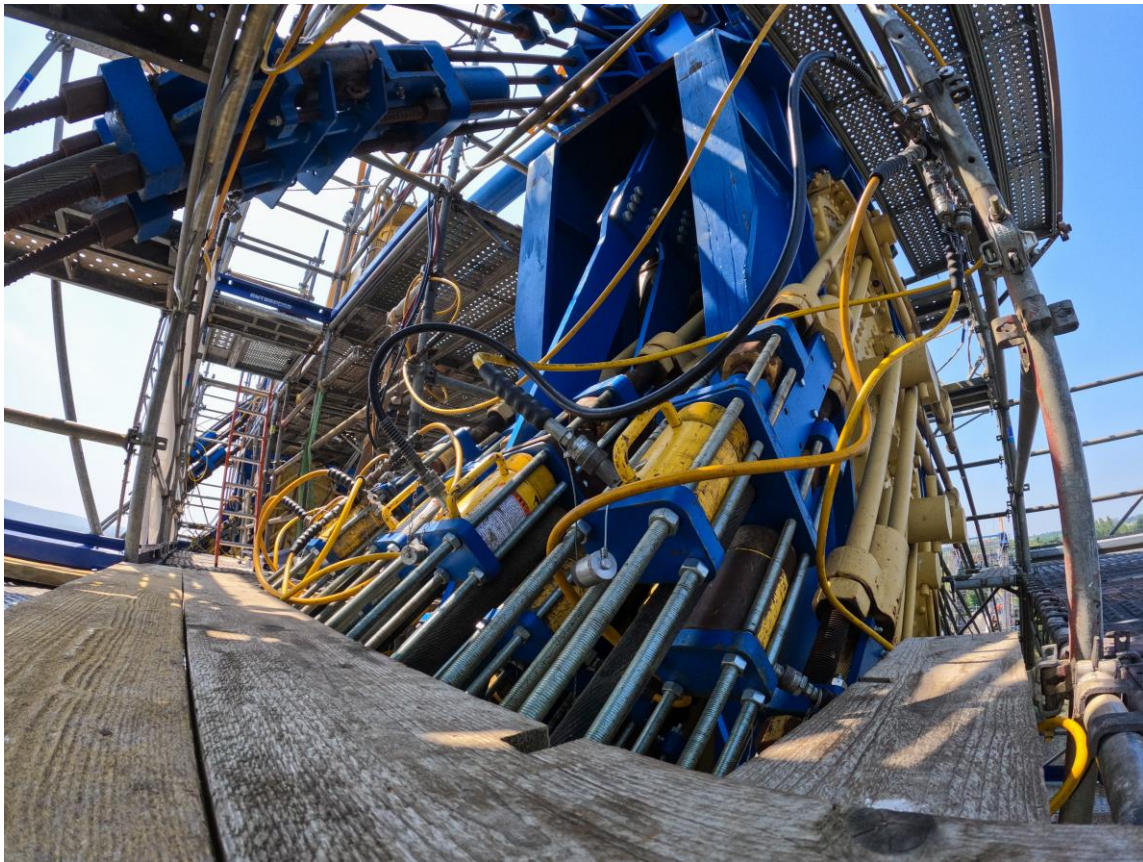
Mise en place de la suspension provisoire

- Mise en place des suspentes provisoires reliant les câbles aux attaches du tablier
- Mise en place des écarteurs et des boutons de nappe



Premier transfert de charge

- De la suspension existante vers la suspension provisoire
- Modification du profil en long actuel pendant le premier transfert
 - Augmentation de la flèche vers la valeur d'origine, 50cm plus haute que la flèche actuelle



Dépose de la suspension existante

- Ensemble des câbles détendu à la suite du transfert de charge
- Détente de chacun des 200 câbles jusqu'à dépose au sol
- Enroulage ou découpage puis conditionnement avant évacuation



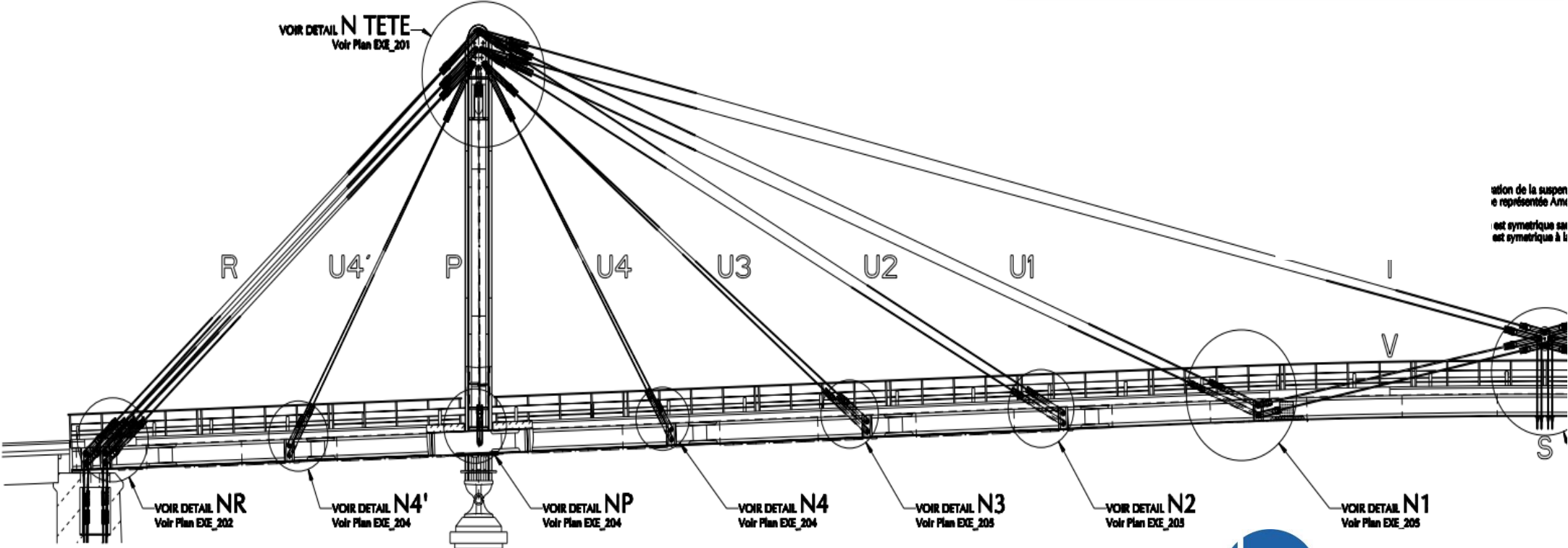
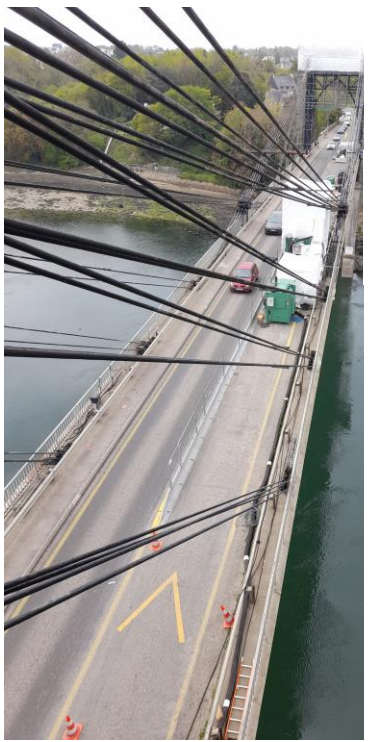
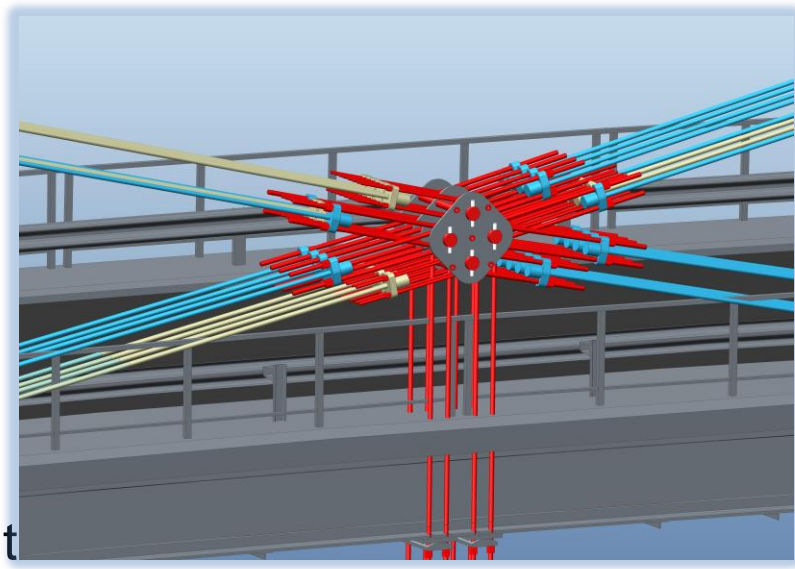
Mise en œuvre de la nouvelle suspension

- Câbles provisoires et neufs fabriqués à Chateauneuf sur Loire
- Du toronnage au culottage



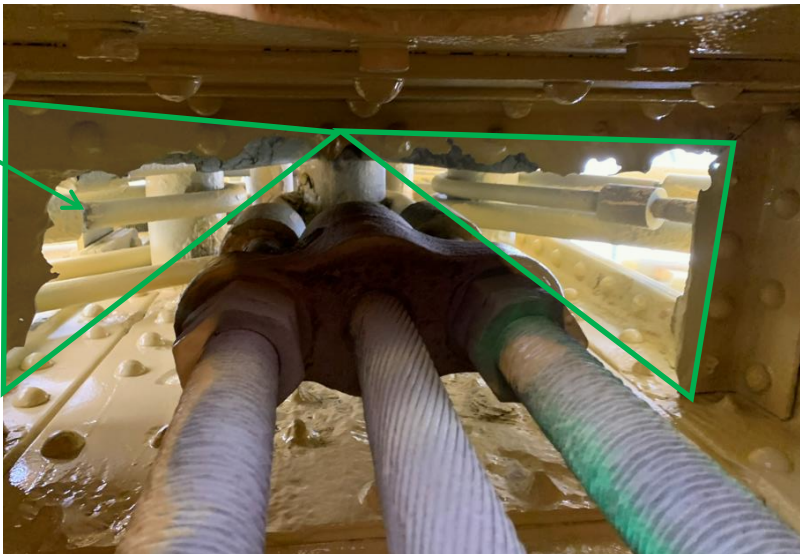
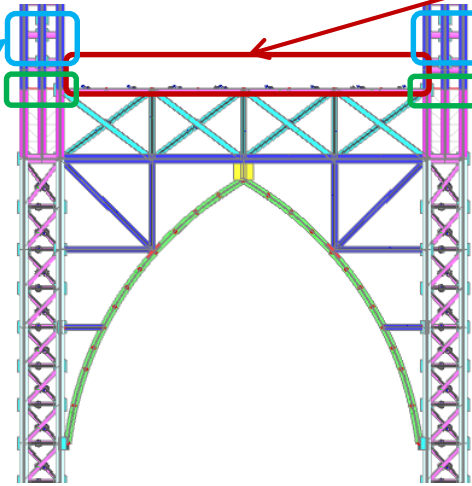
Mise en œuvre de la nouvelle suspension

- Remplacement des axes, des étriers et des câbles
 - 50 axes
 - 400 étriers
 - 200 câbles : 3 diamètres DN 38,33mm; DN 47,73mm et DN 55,62mm
 - Poids total 80Tonnes; 5 900 ml de câble.
- Déroulage des nouveaux câbles depuis la plateforme de lancement



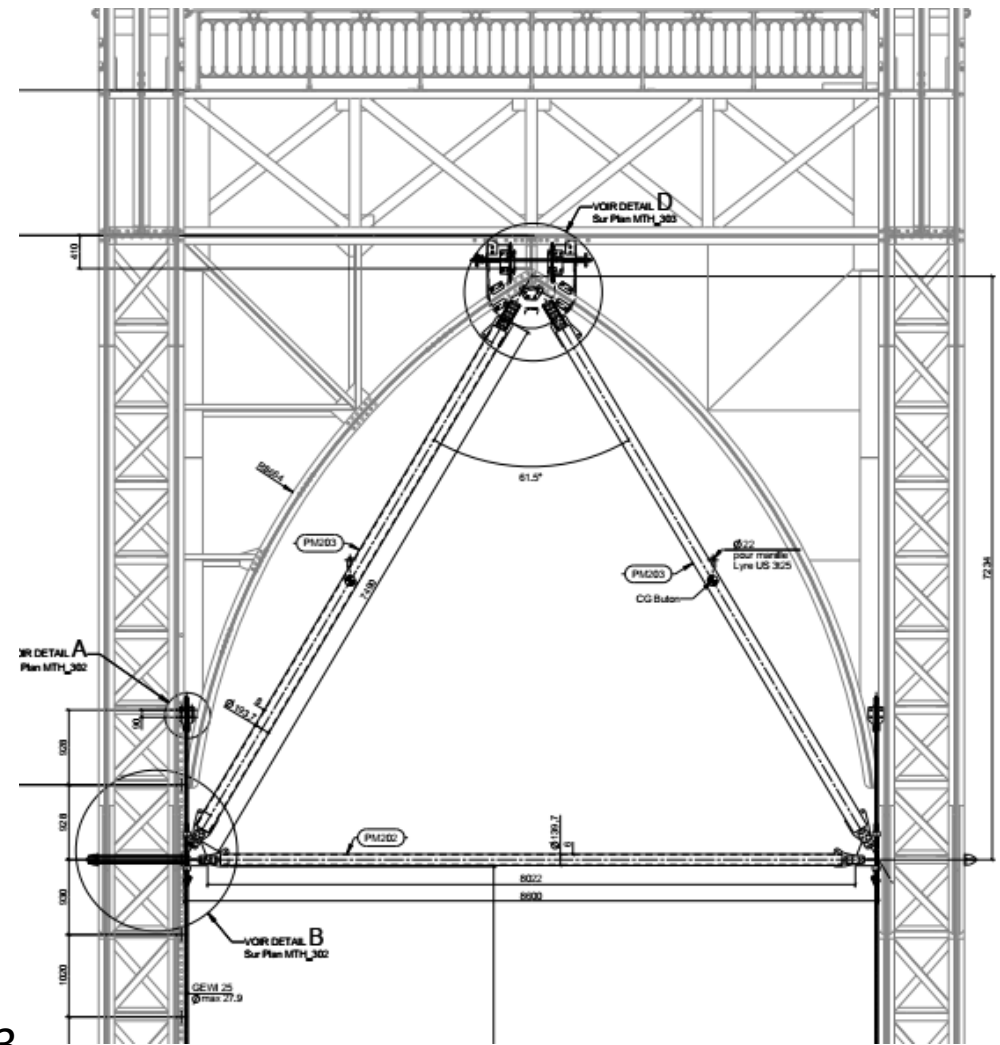
Réparations locales sur l'ouvrage

- Corrosion perforante ou parfois absence d'élément



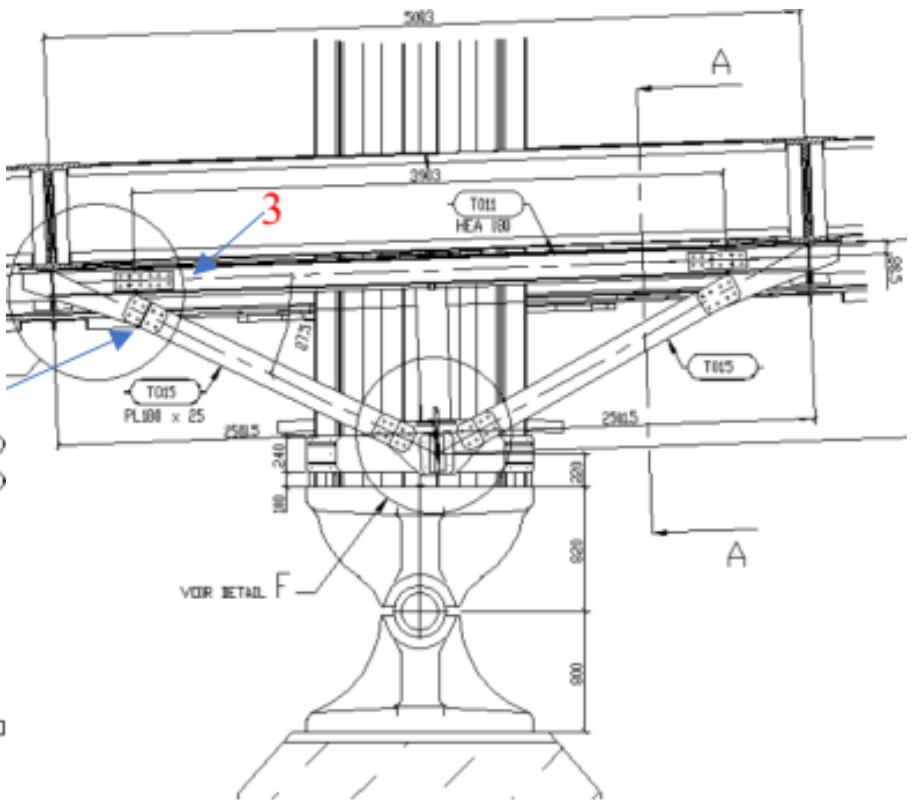
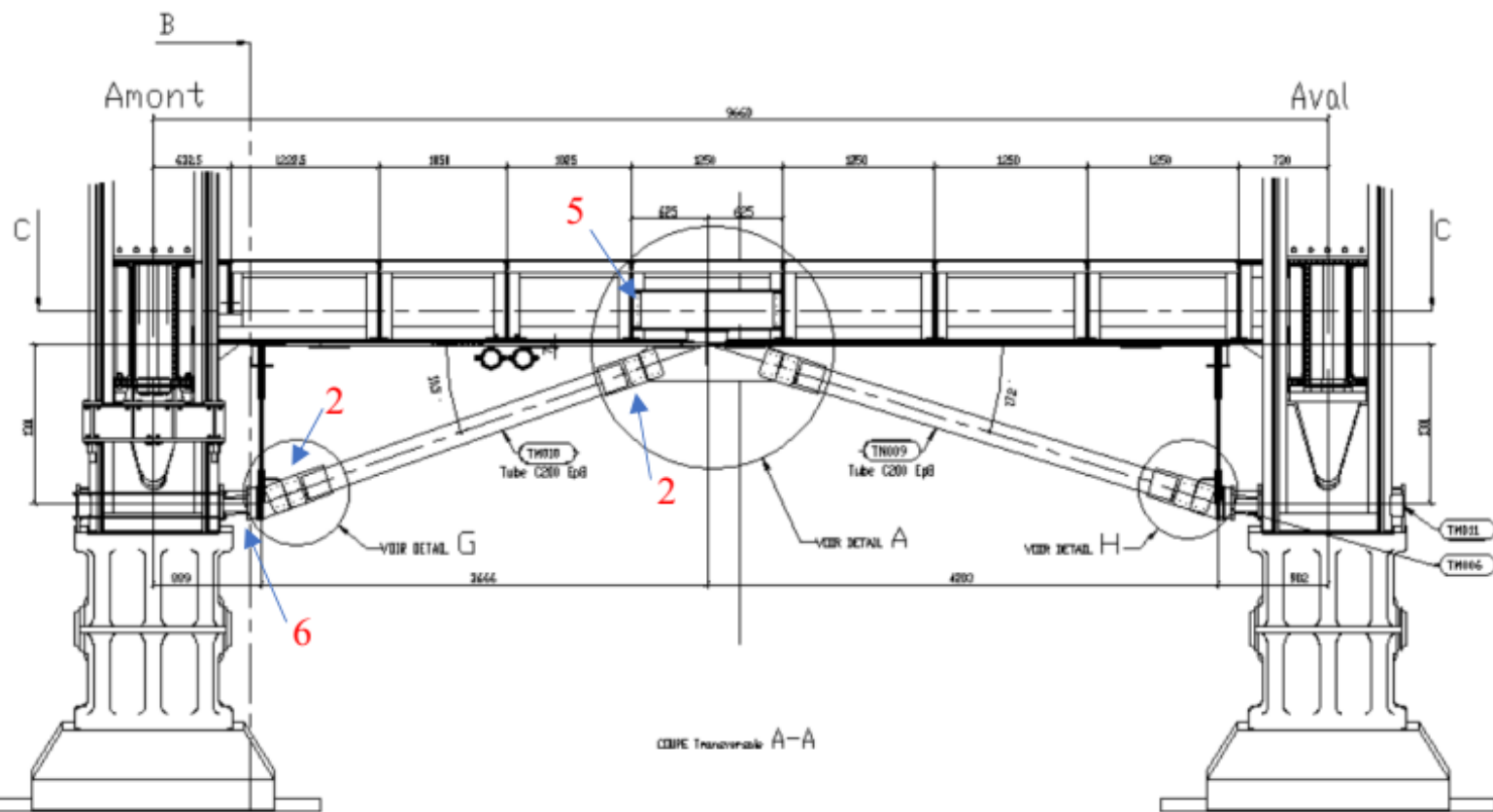
Renforcement de l'ouvrage

- Renforcement des arcatures des pylônes (2,8T/pylône)



Renforcement de l'ouvrage

- Création de nouvelles butées au vent (3,2T/butée)



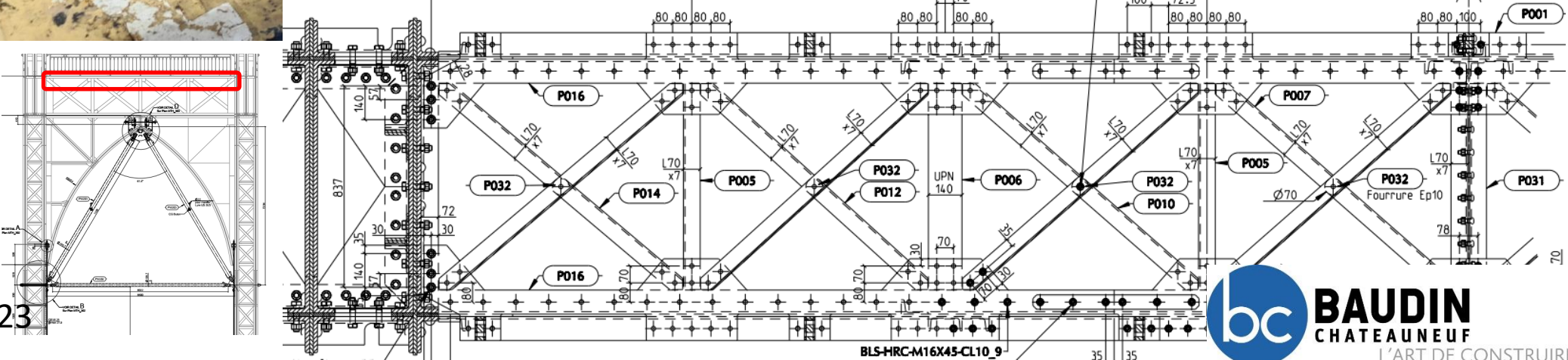
Renforcement de l'ouvrage

- Création de nouvelles butées au vent (3,2T/butée)



Renforcement de l'ouvrage

- Contreventement horizontal des entretoises de pylône

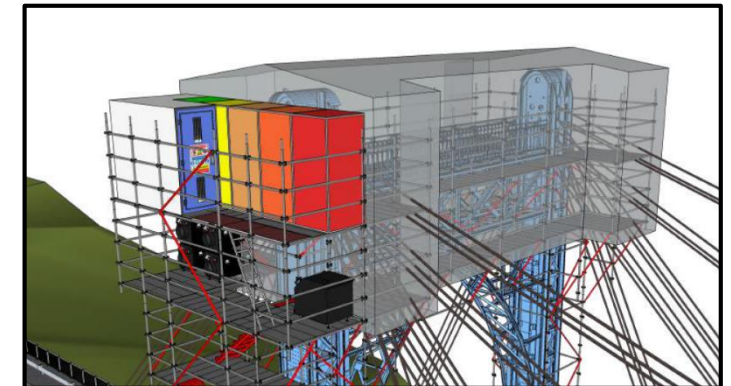


Désamiantage et peinture sur ouvrage métallique

Désamiantage SS3 des têtes de pylônes



- 1er Désamiantage avant démontage câbles :
- Confinement complet + connexion sas personnel
5 Dépoussiéreurs 5 000 m³/H THE
- Création d'une zone technique confinée déportée :
Energies (Elec secouru + air)
Groupe d'aspiration + sas déchets associé
- Désamiantage par sablage puis libérateurs
- Application du primaire du système peinture final



Désamiantage et peinture sur ouvrage métallique

Désamiantage SS3 des têtes de pylônes



- 2ème désamiantage et mise en peinture :
- Désamiantage chimique en Niveau 1 d'empoussièremment des zones initialement inaccessibles
- Préparation de surface par Brossage métallique
- Mise en œuvre du système peinture



Désamiantage et peinture sur ouvrage métallique

Désamiantage SS3 des pieds de haubans

- Création d'un confinement à chaque pieds de haubans (échafaudage thermobâché)
- Connexion d'un ensemble {UMD + remorque technique} au confinement
- Désamiantage par projection d'abrasif puis libérateur
- Mouvement de l'ensemble à la zone suivante



Désamiantage et peinture sur ouvrage métallique

Désamiantage SS3 des pieds de haubans

- Création d'un confinement à chaque pieds de haubans (échafaudage thermobâché)
- Connexion d'un ensemble {UMD + remorque technique} au confinement
- Désamiantage par projection d'abrasif puis libérateur
- Mouvement de l'ensemble à la zone suivante



Désamiantage et peinture sur ouvrage métallique

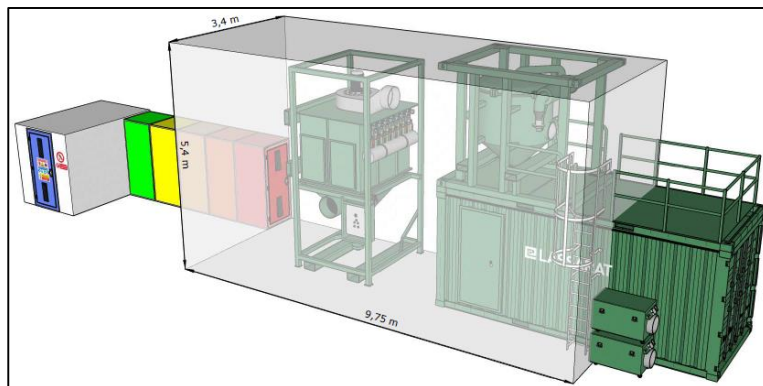
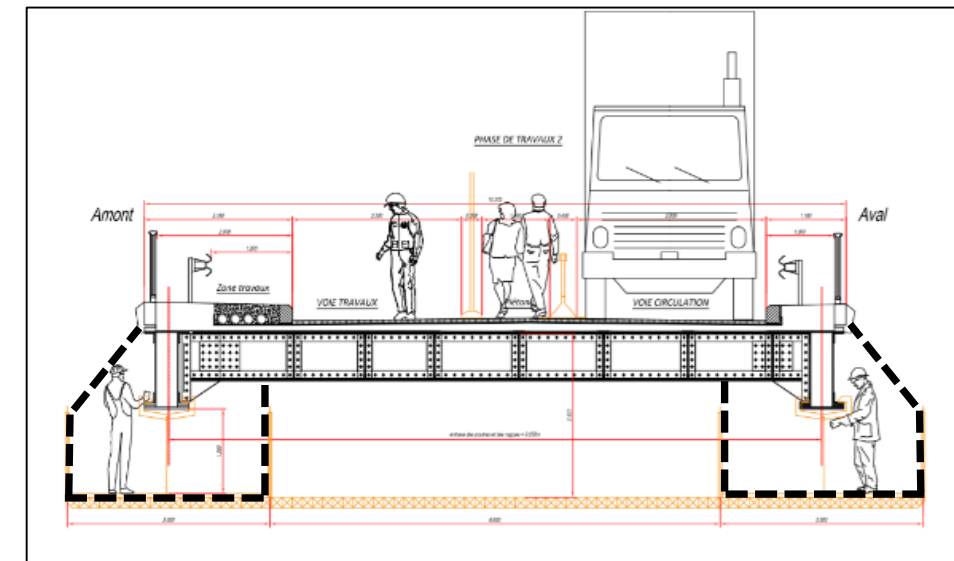
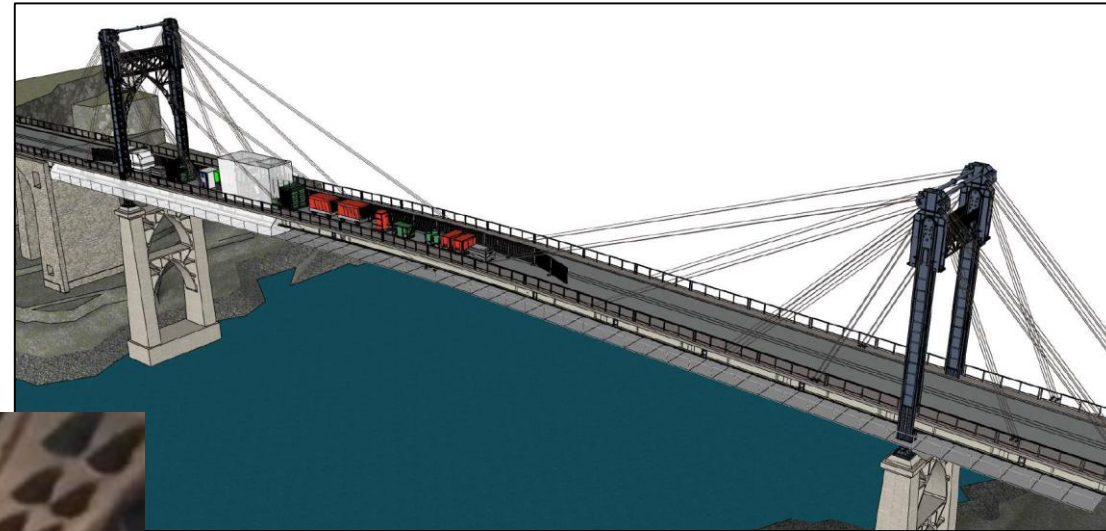
Traitement de la poutre inférieure, découverte d'amiante
Contrairement au Rapport de repérage

Préparation de surface :


- Décapage par projection d'abrasif sec
- Spin Blast XL adapté pour les intérieurs de poutres
- Mise en peinture : Système C4

Moyen d'accès :

Echafaudages suspendus en place
Confinement dynamique amiante
Parois en thermo et sol en Lino
Protections spécifiques ext. poutres



Terrassement et génie civil

- Réalisation de la plateforme d'installation de la base vie
- Réalisation et démolition de 4 massifs provisoires d'accroche de la suspension provisoire
- Réalisation des appuis provisoires de la plateforme sous la travée d'accès RD
(8 massifs de 1m x 1m x 0,8m)
- Travaux à la marée 

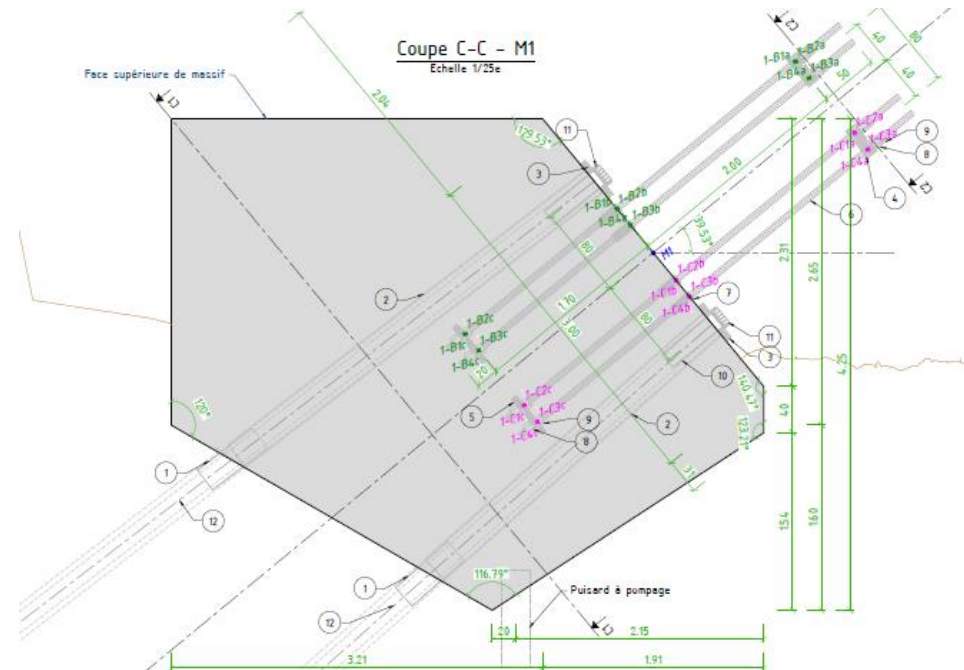


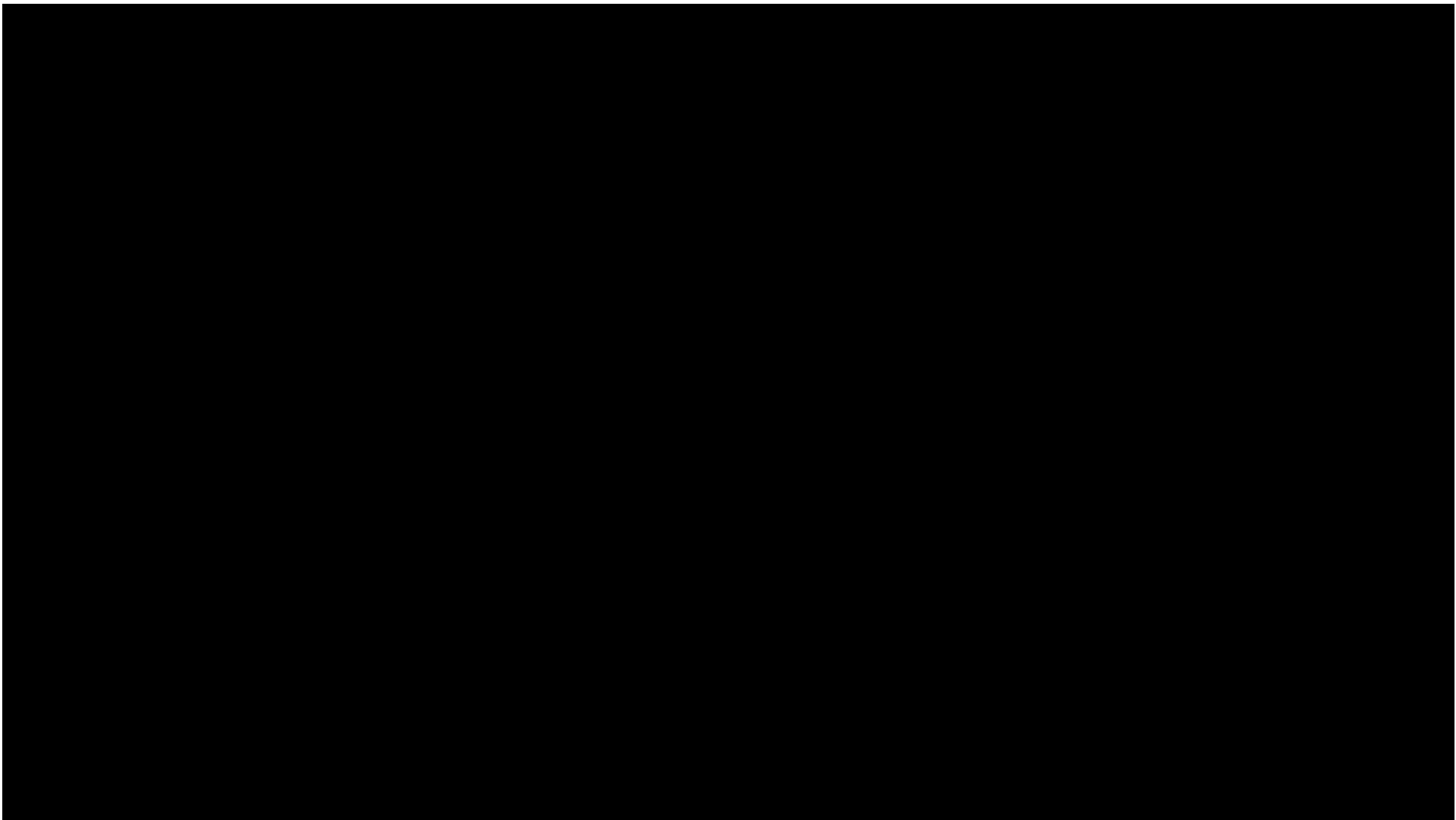
Terrassement et génie civil



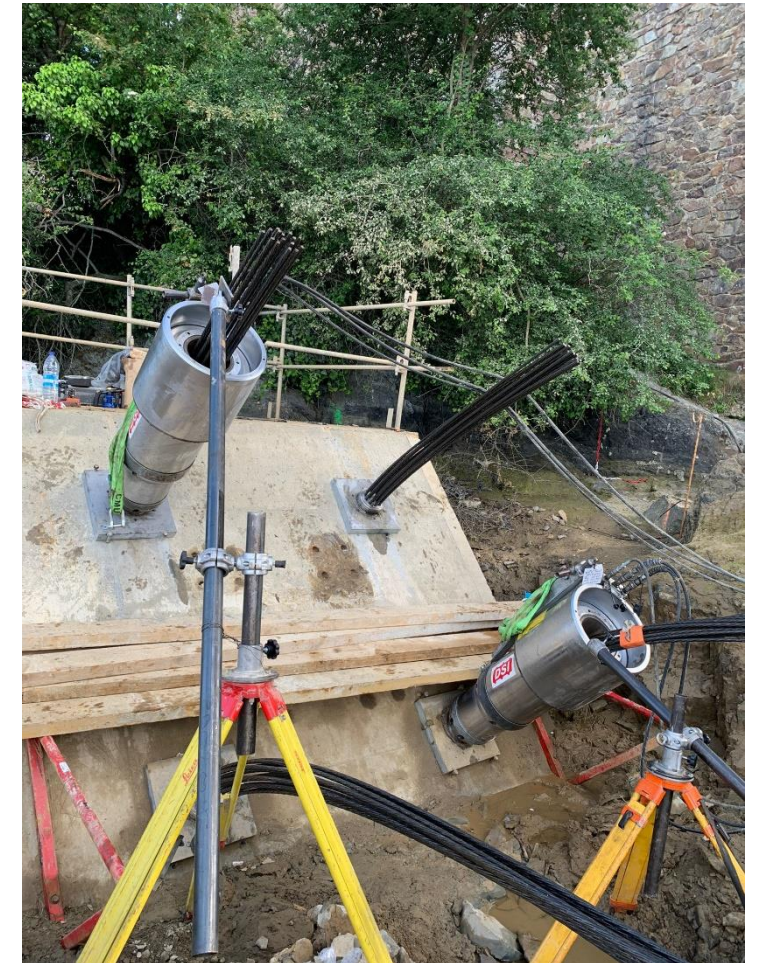
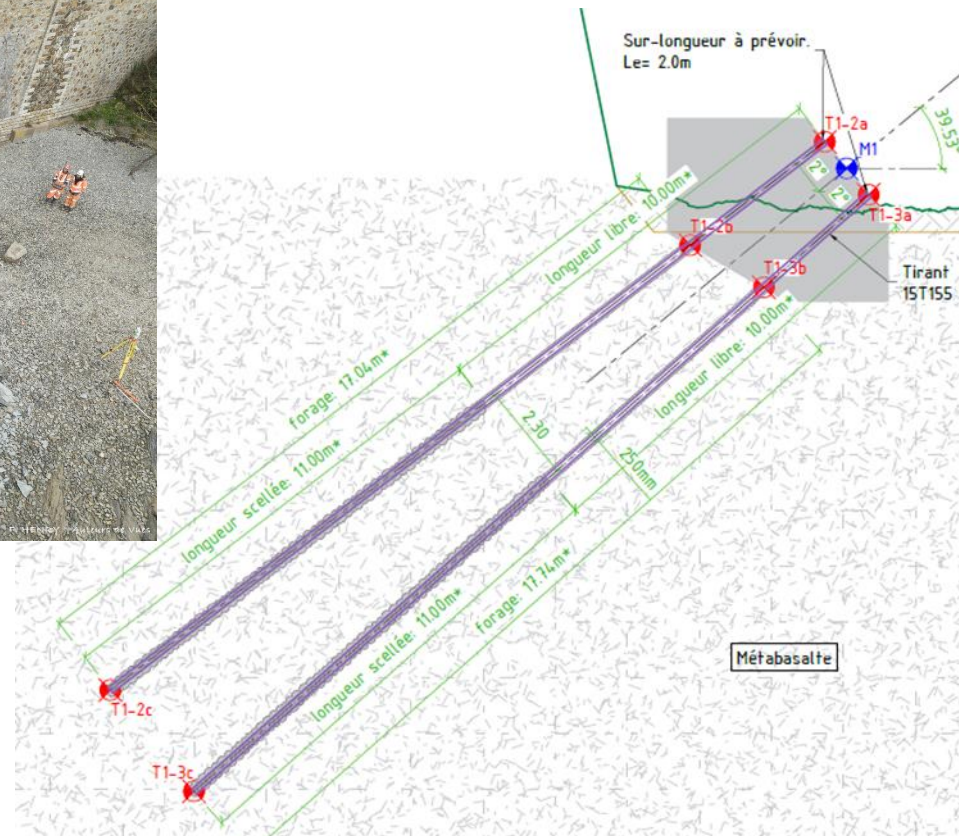
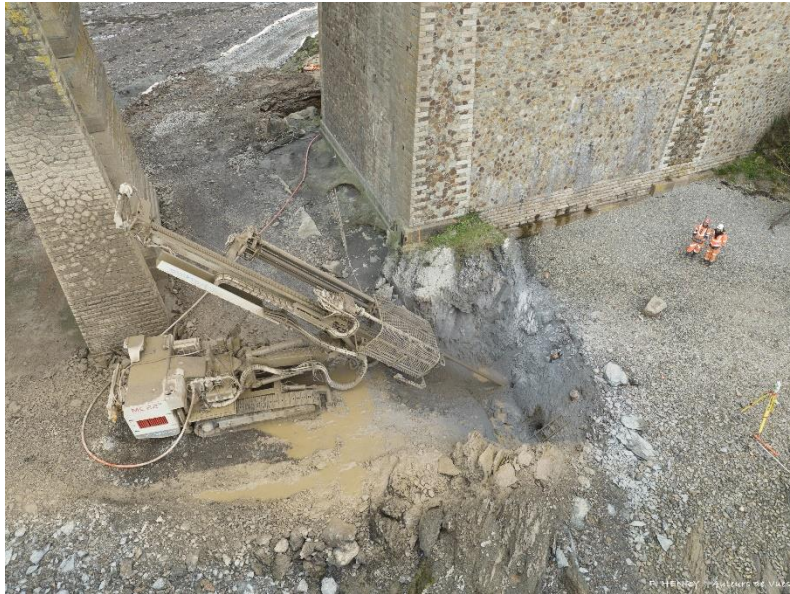
Par massif :

- Travaux de déroctage
- 1 massif béton armé et coffré par murs coffrants préfabriqués ;
- 4 tirants câbles géotechniques précontraints ;
- 4 réseaux de barres (4x4 barres \varnothing ext. 56mm) pour accrocher les barres de la suspension provisoire.





Terrassement et génie civil



Terrassement et génie civil

