

# Réhabilitation du pont Saint-Christophe de Lézardrieux

## Journée AFGC du 29 septembre 2022

Retrouvez-nous sur



*Côtes d'Armor*  
le Département 

# Réhabilitation du Pont de Lézardrieux

Sauvegarde d'un patrimoine  
dans un contexte  
environnemental très contraint



A

# Sommaire

- [Présentation de la journée](#)
- [Allocution de bienvenue](#)
- [Présentation pôle entretien routier](#)
- [Le projet de réhabilitation](#)
- [L'Assistance à Maitrise d'Ouvrage](#)
- [La conception](#)
- [Les travaux](#)

A

# Présentation de la journée

Christian TESSIER et Bertrand DE HEDOUVILLE



# Association Française de Génie Civil

L'AFGC est le réseau des acteurs et experts du Génie Civil qui a pour vocation de contribuer au développement des matériaux, des techniques et des connaissances du domaine du Génie Civil.

C'est une plate-forme multi-acteurs d'échanges de connaissances , de retours d'expériences et de bonnes pratiques.





Toutes les informations concernant l'AFGC sont  
disponibles sur le site

[www.afgc.asso.fr](http://www.afgc.asso.fr)

# Programme

9h00 Accueil/Café

9h30 Présentation technique du projet en salle :

9:30	Ouverture présentation et organisation de la journée.	AFGC - Bertrand DE HEDOUVILLE + Christian TESSIER
9:40	Allocution de bienvenue du CD22	CD22 - (M. Gilles Pagny - Conseiller Départemental de Paimpol)
9:50	Présentation du Pole Entretien Routes et Ouvrages d'Art	CD22 - (François AMIOT - responsable)
10:00	Présentation du projet de réhabilitation du pont Saint Christophe à Lézardrieux	CD22 - (François AMIOT )
10:25	Questions / réponses	Animation par l'AFGC des questions du public
10:30	Assistance à Maitrise d'Ouvrage	Gérard Viossanges (Conseils Ouvrages d'Art)
10:40	Questions / réponses	Animation par l'AFGC des questions du public
10:45	La conception	Ingerop (mandataire) / Artcad (calculs)
11:15	Questions / réponses	Animation par l'AFGC des questions du public
11:25	Les travaux	Baudin Chateauneuf (mandataire) / Charier GC (Génie Civil) / Lassarat (peinture)
12:10	Questions / réponses	Animation par l'AFGC des questions du public

A

# Allocution de bienvenue

Gilles PAGNY – Conseiller Départemental Paimpol

A

# Présentation du pôle entretien

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

# Patrimoine du Département des Côtes d'Armor

**4600 km de voirie**

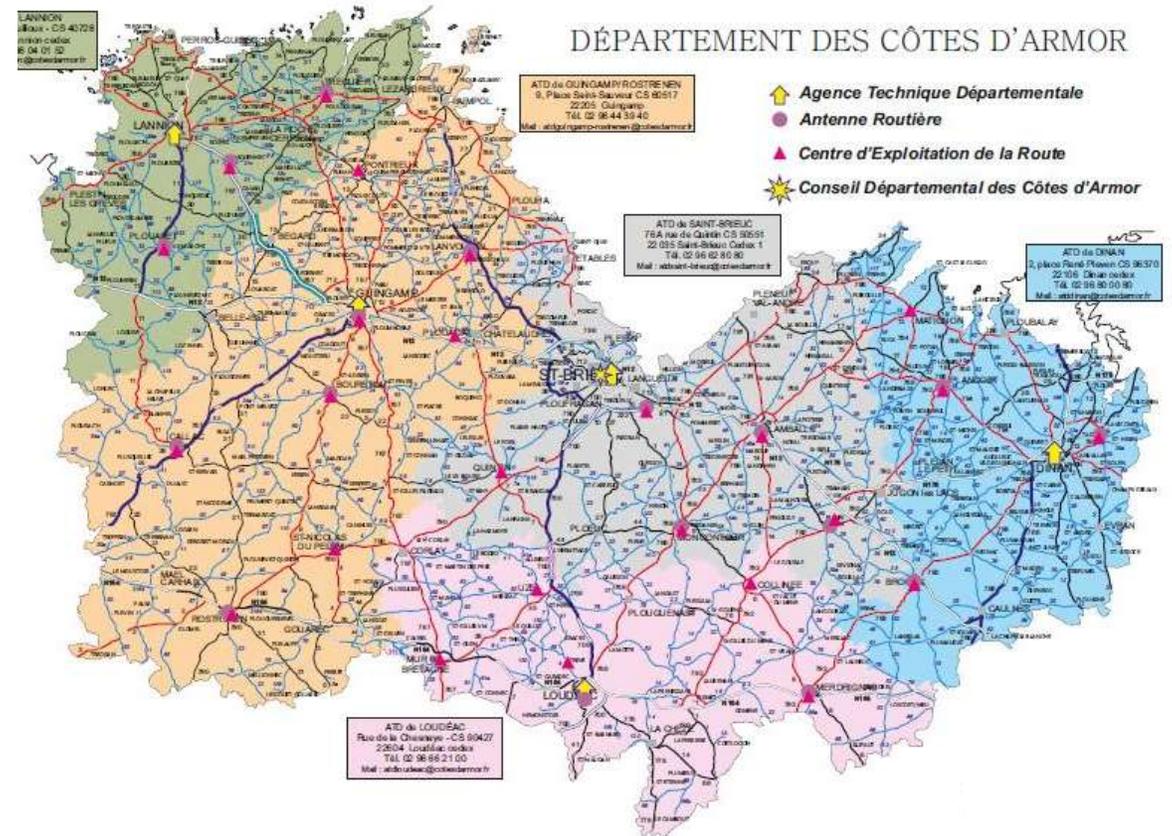
800 km réseau prioritaire LID-LIR

**1000 OA (dont soutènements, buses et digues)**

14 OA-NC

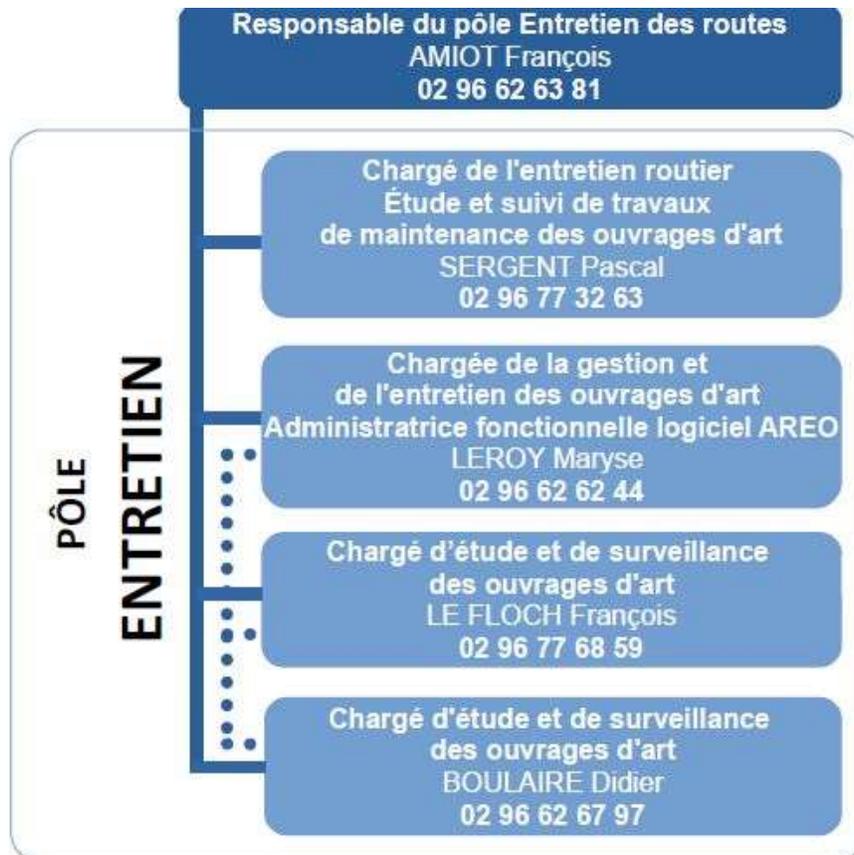
Environ 990 OA-C

**5 Agences Techniques Départementales**



# Présentation des services centraux

## SERVICE ENTRETIEN ET EXPLOITATION DE LA ROUTE



## SERVICE DES GRANDS TRAVAUX



### ouvrages:

le projets d'infrastructures et faisabilité, procédures réglementaires,...) ;

programmes jusqu'à l'ouverture à la circulation (ex: D222 de St-Brieuc en 2x2 voies,...) ;

travaux externalisés en MOE pour les infrastructures routières intégrant des ouvrages d'art (OA-NC

# Opérations prioritaires – OA-NC

## D786 Pont Canada

φ Réfection des superstructures

Fin des études techniques

Consultation des entreprises → travaux 2023

φ Réparation des bétons

Etudes environnementales en cours

Consultation Maîtrise d'Œuvre (DET) à venir



# Opérations prioritaires – OA-NC

## D786 Viaduc de Lancieux

- Levé topographique terminé
- Etudes environnementales à faire
- Etudes techniques à actualiser
- Consultation Maîtrise d'Œuvre à faire

Travaux prévus en 2024



# Opérations prioritaires – OA-NC

## D68 Pont de Plorec

- Investigations complémentaires en cours
- Etudes remplacement DR et réparation béton des piles en cours
- Objectif : niveau de retenue H2

Travaux programmés fin 2023



# Opérations prioritaires – OA-NC

## **D366 Pont Saint-Hubert – CD35**

- Fin des investigations complémentaires
- Etudes Maître d'Œuvre en cours

Travaux programmés début 2024 (dont câbles et structure métallique)



A

# Le projet de réhabilitation

François AMIOT – Responsable pôle entretien

# 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.

**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.

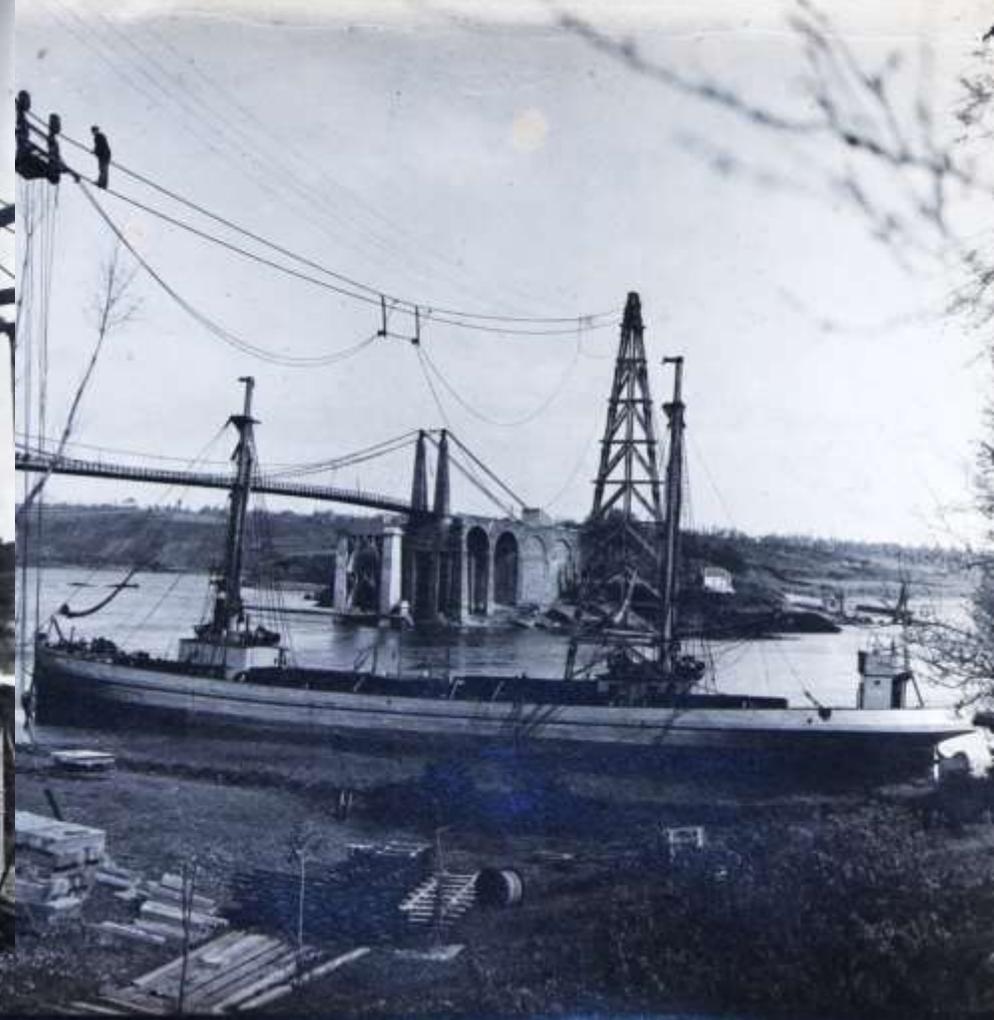
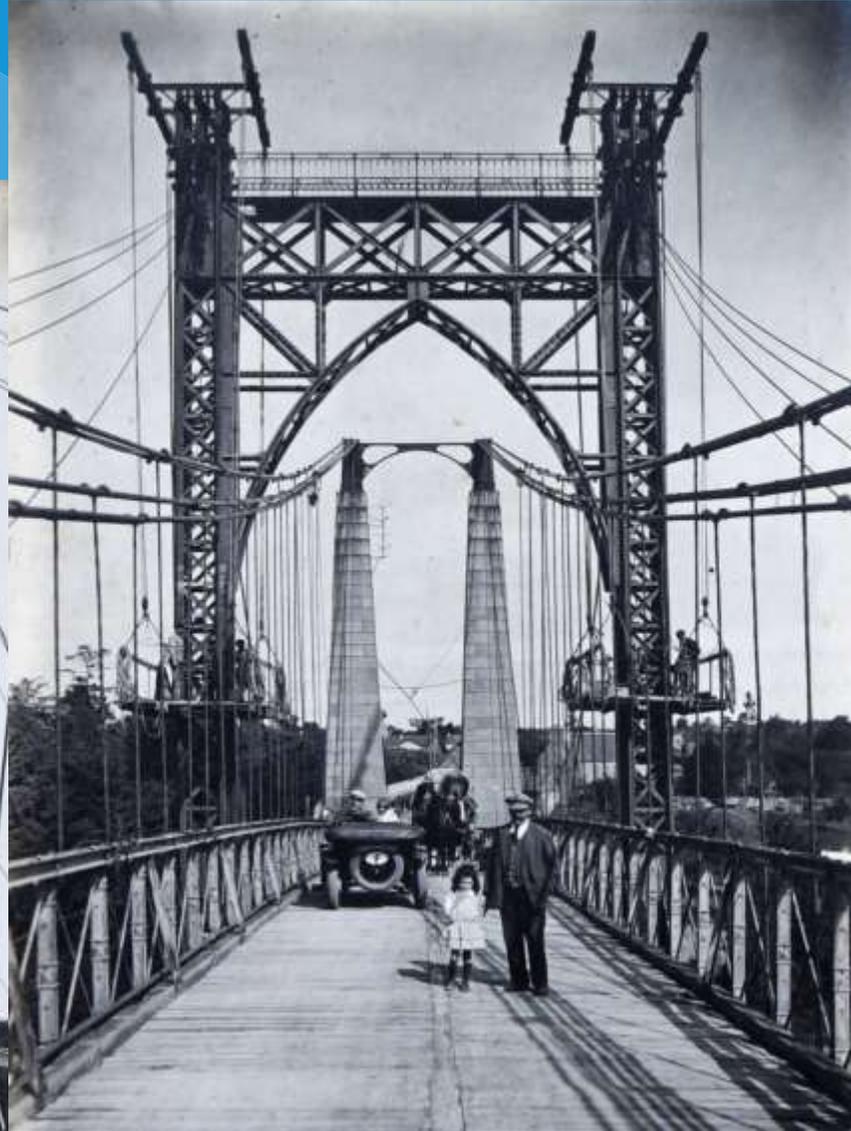
# Historique

## Pont suspendu originel de 1840

Société des Frères Seguin



# Historique



# Historique

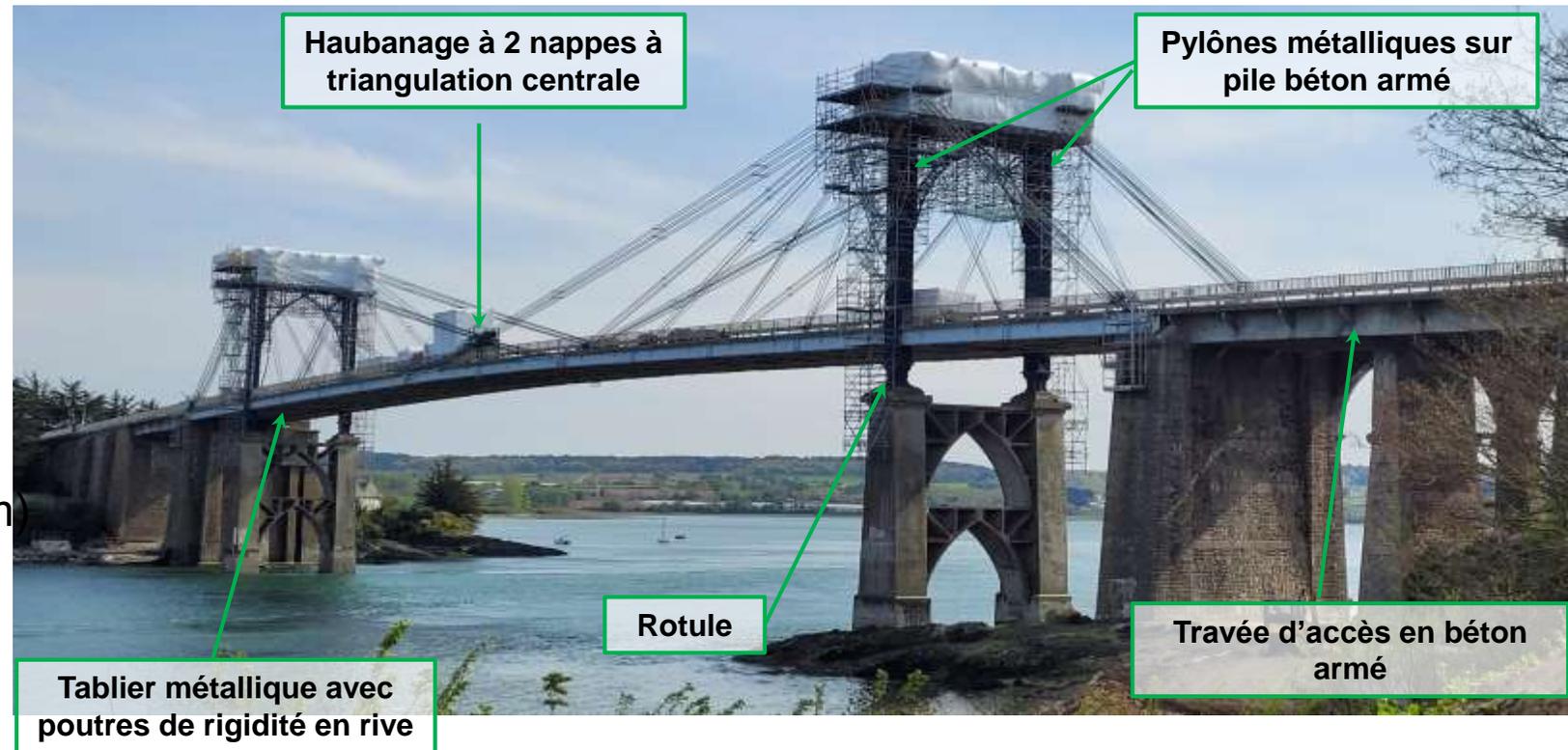
**Construction du Pont  
à haubans entre 1924  
et 1925**



# 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



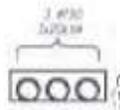
# Présentation ouvrage

## 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

Amont

Garde-corps



150x150x15

710x14

1000x15

150x150x15

165x14

165x14

710x14



# Vie de l'ouvrage



Epreuves de chargement du nouveau pont

Diverses campagnes peintures et éléments suspension

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.

Photos des câbles rompus P aval RD:

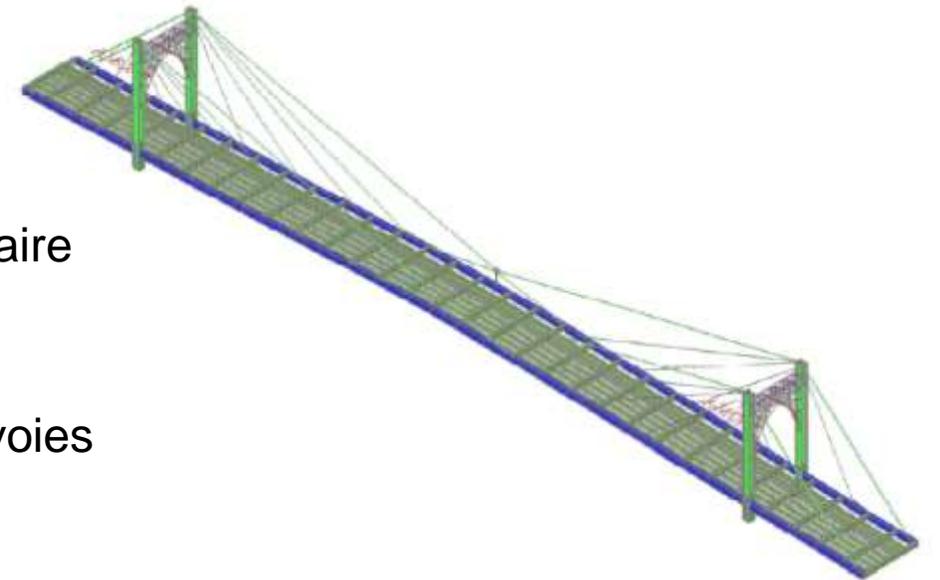


Aval		
Gonflement inférieur au seuil de 10 %	Gonflement supérieur au seuil de 10 %	Nombre de câbles concernés
		0
		1
	1	1
	1	1
2		2
		2
2		2
5		9
4		5
13	2	23
15		

# Etudes préliminaires

## Décisions suite phases EPOA / DIA (plus de 50% câbles non justifiés)

- Remplacement de la totalité de la suspension en  $\phi 1$  ;
- Nouvelle suspension dimensionnée avec charge supplémentaire passerelles en encorbellement ;
- Solution pour piétons/cycles (loi LOM): 2 passerelles pour 2 voies de 1,5 m ;
- Pas de demande d'inscription au titre des MH.



# Etudes préliminaires

## Décisions suite phases EPOA / DIA :

Réflexion exploitation en phase de travaux pour :

- minimiser la gêne à l'utilisateur : travaux de nuit et avec alternance de la circulation sur le pont.
- traversée des piétons et vélos pendant les coupures /covoiturage avec des véhicules sur chaque rive.

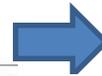
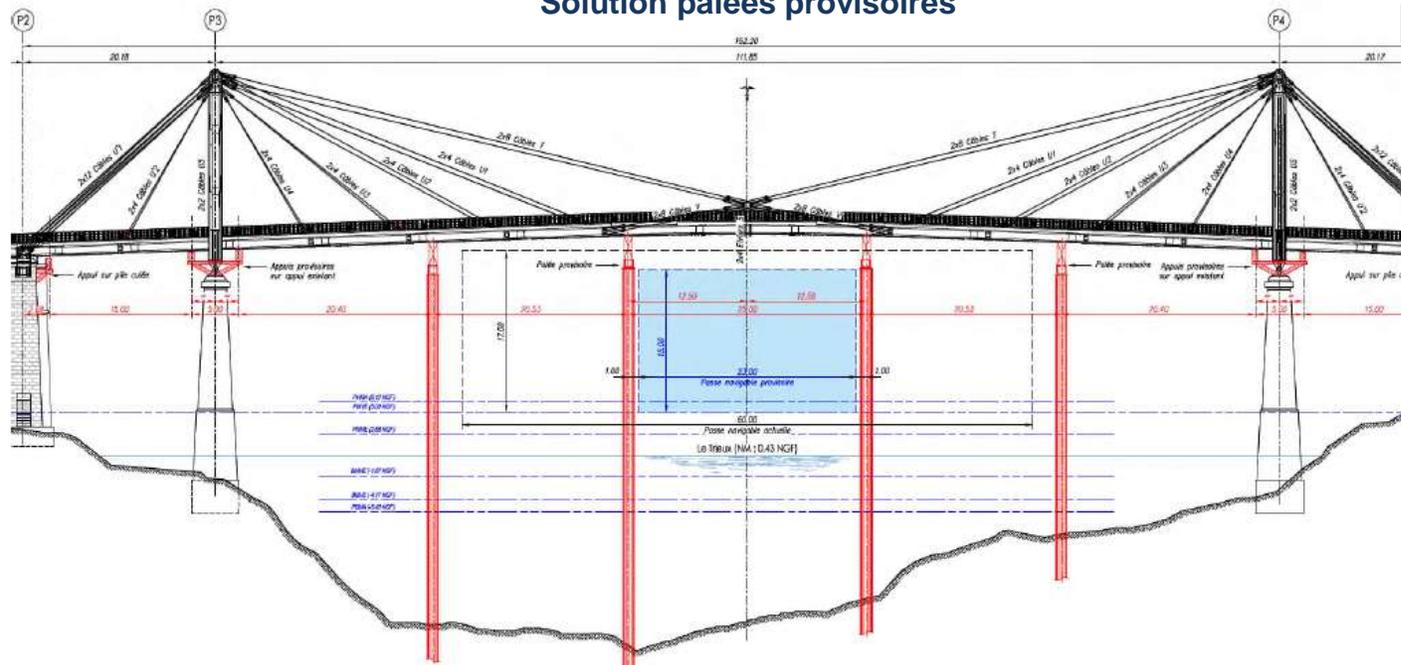
Nécessité de phases de concertation avec acteurs économiques locaux et services sécurité...

# Etudes préliminaires

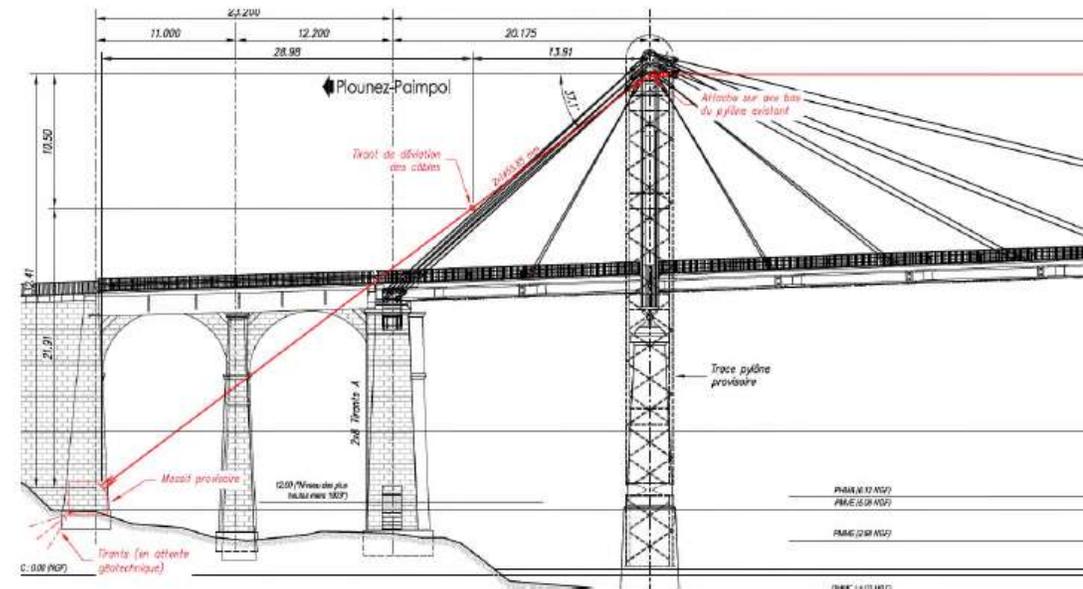
## Décisions suite rencontre DDTM juillet 2020 :

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

Solution palées provisoires



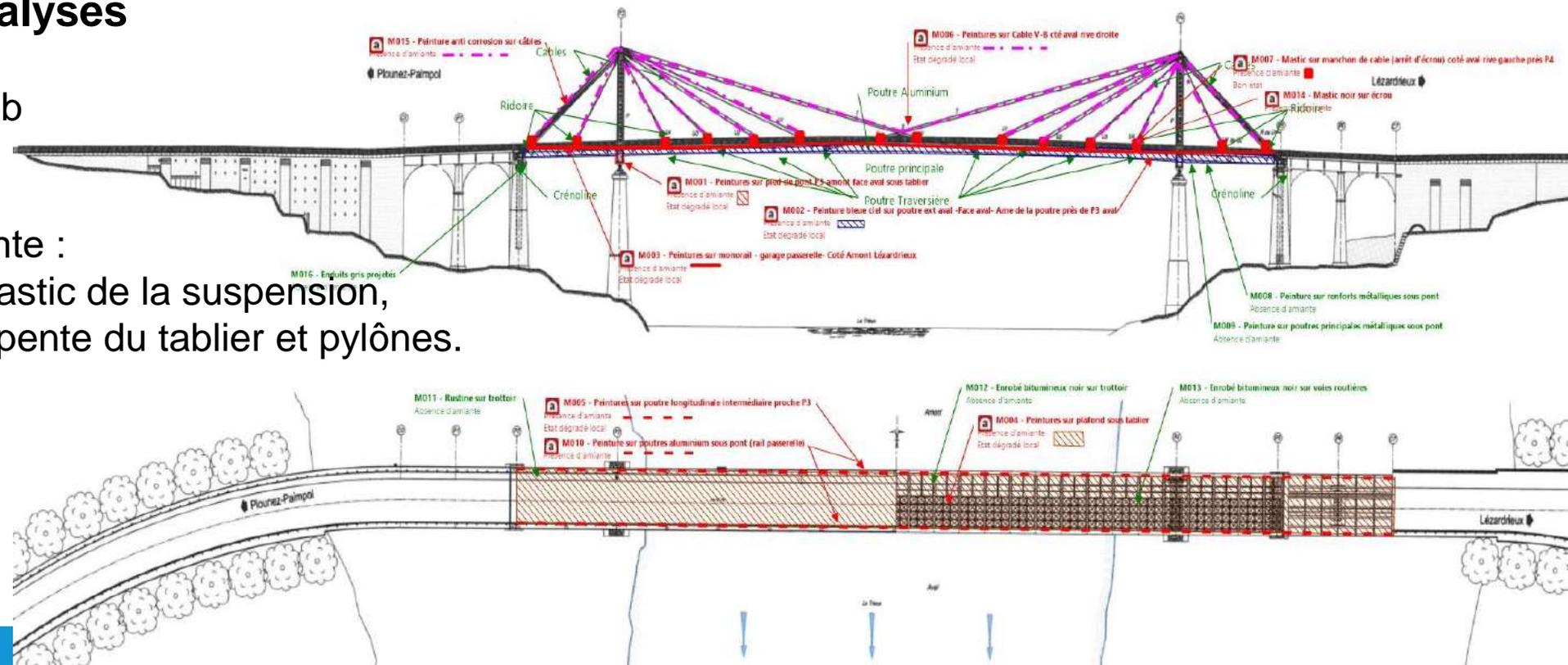
Solution suspension provisoire



# Diagnostic matériaux

## Résultats des analyses

- Absence de plomb
- Présence d'amiante :
  - Peintures et mastic de la suspension,
  - Peintures charpente du tablier et pylônes.



# Etudes complémentaires

## Etudes complémentaires externalisées :

**Février 2019** : inventaires faune-flore sur site

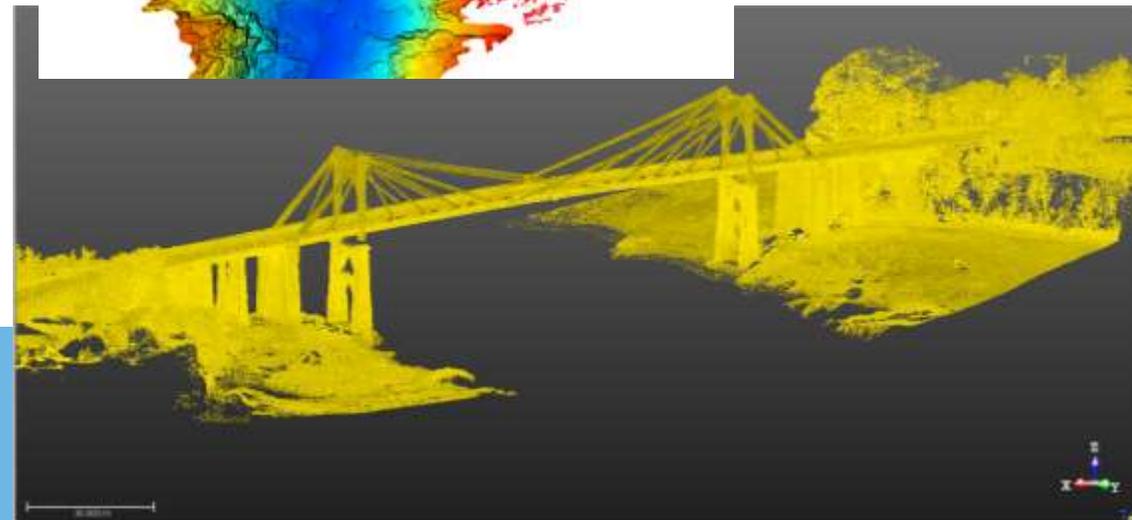
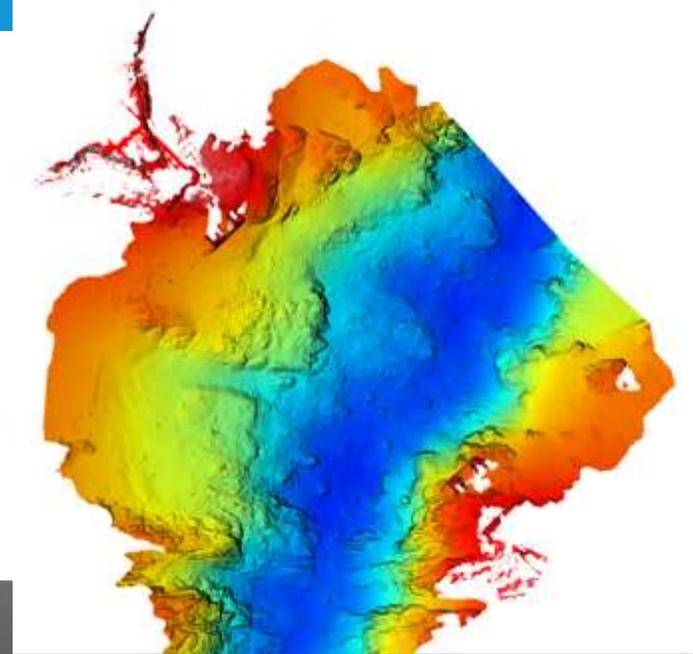
**Avril 2020** : Complément topographique et 3D (scanner)

**Mai 2020** : Levé bathymétrique multifaisceaux

**Oct. 2020** : étude géotechnique AVP et G2 PRO

→ accompagnement BE environnement :

sensibilisation + notice de prescriptions sondages





## Estimation prévisionnelle

Variante sans pylône + TO = 9,6M€ HT

Soit un gain financier potentiel de -24,8%

DEPARTEMENT DES CÔTES D'ARMOR					
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
	TRANCHE FERME				
1	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
	TRANCHE OPTIONNELLE N°1				
4	Anticorrosion				
					Sous-total 4
					135 400,00
<b>RECAPITULATIF DES MONTANTS</b>					
	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 suivie de négociation

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

# Marché public

## Analyse technique des offres de base

2 réponses



Figure 4: Ponton Cézembre (+ grue télescopique)

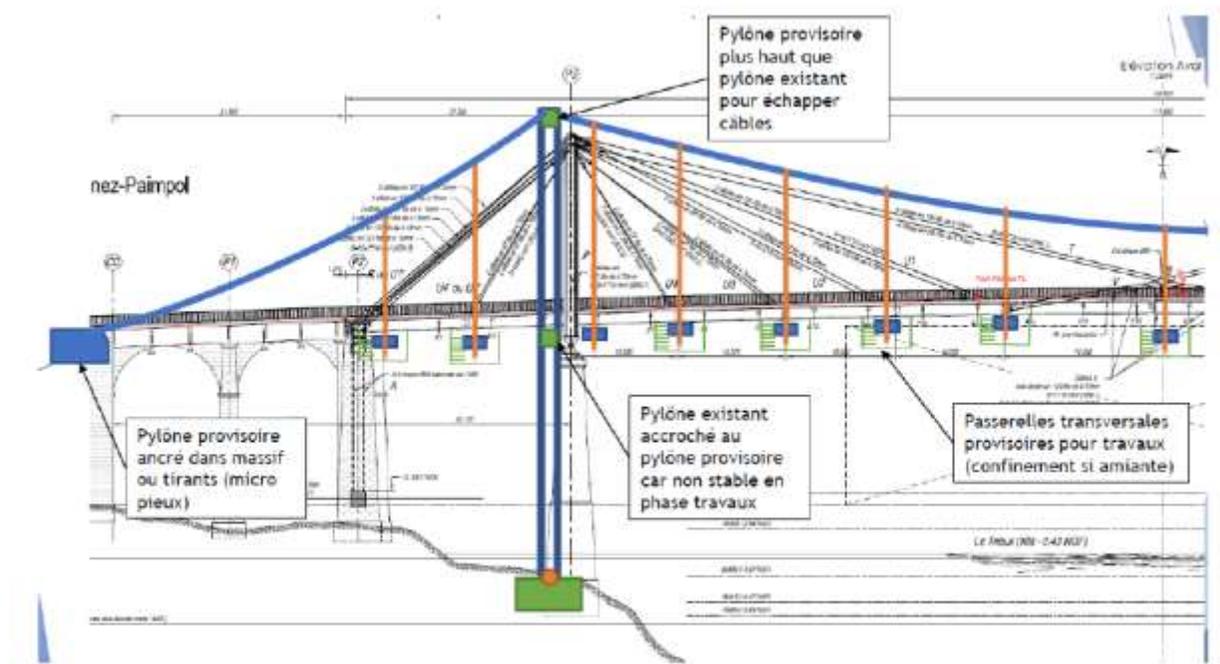
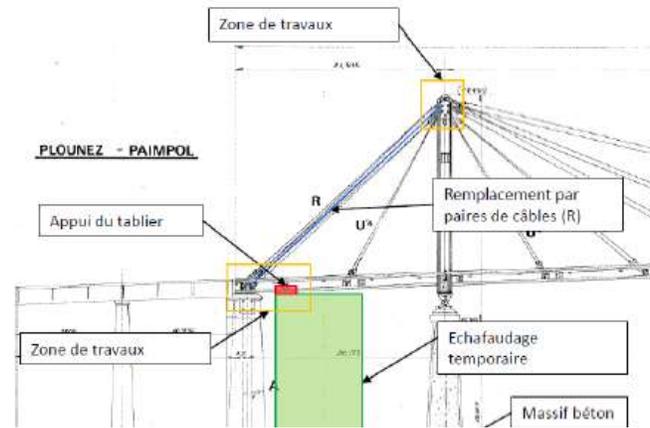


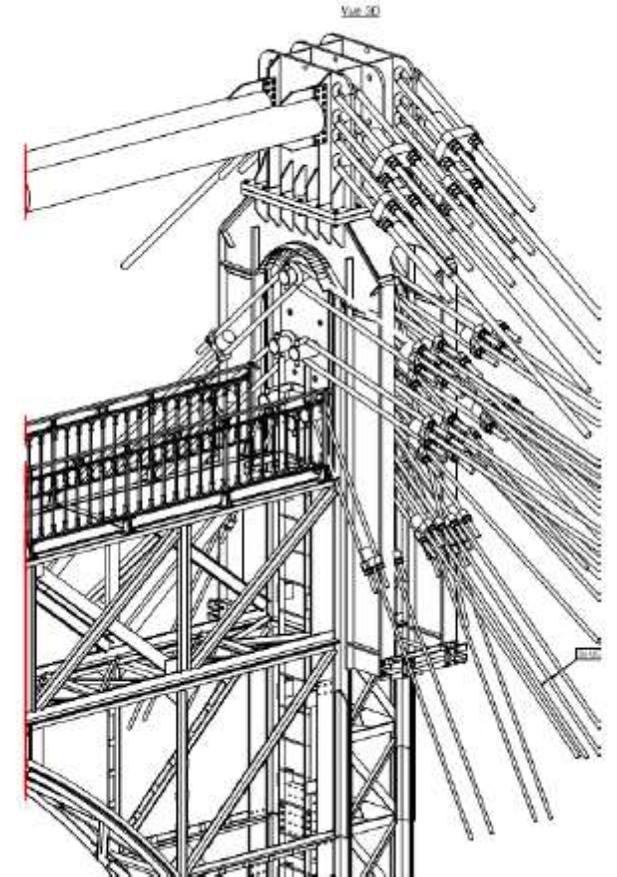
Figure n°35 : Principe de la suspension provisoire

# Marché public



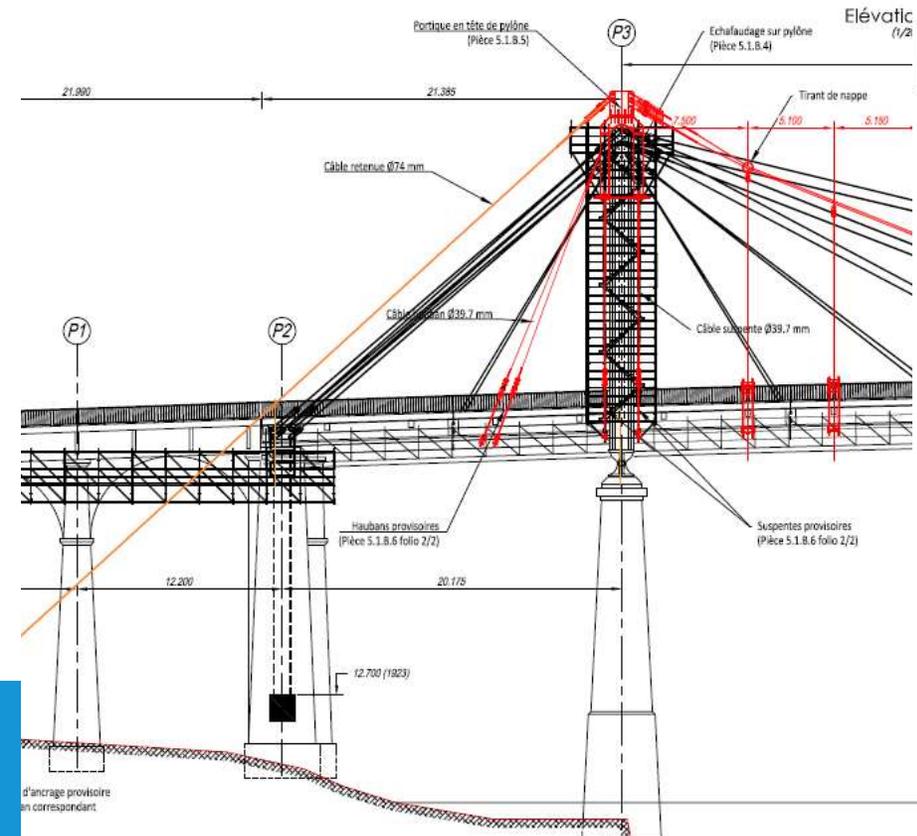
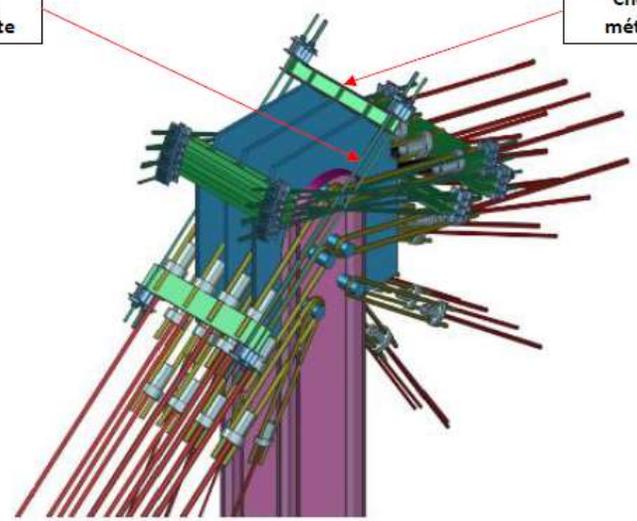
Etudes d'Avant projet nécessaires :

- 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 ( $\approx 100$ )
- Diminution emprise base vie sur bords Estran
- Implantation massifs en évitant les zones sensibles idé
- Partenaire suivi environnemental
- Traitement eaux usées/qualité eaux
- Filets anti-volatiles



# Acteurs du dossier

Maitre d'Ouvrage:



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



Coordonnateur Santé Sécurité :



Entreprises travaux :



Contrôle extérieur :



# Focus sur la relation aux usagers

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

- Simulations dynamique de trafic
- Panneaux à Messages Variables
- Mise à disposition du Temps de Parcours (en cours)
- Site web dédié
- Abonnement alertes
- Réunions info élus



# Suivi environnemental renforcé

## Différents engagements auprès DDTM

- Coordination environnementale
- Protection espèces (filets anti-volatiles)
- Suivi qualité eaux (engagement SAGE)
- Remise à l'état initial du site base vie
- Mesures compensatoires au Préfet

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



A

# L'Assistance à Maitrise d'Ouvrage

Gérard VIOSSANGES – Consultant AMO et Président projet DOLMEN



# Avis DCE, phase ACT et organisation contrôle extérieur DET

Les Maîtres d'ouvrage gestionnaires des vieux ponts à câbles doivent faire face à des décisions qui orientent les dossiers de réhabilitation de ces ouvrages, et qui ne peuvent être confiées à la seule économie de marché.

L'assistant à Maîtrise d'ouvrage peut lui apporter un accompagnement sur les orientations du dossier avec entre autres:

- La connaissance de l'histoire et ses conséquences sur la maintenance de l'ouvrage
- Les conseils pour un diagnostic efficace, cohérent et en phase avec ses besoins, avec le choix de partenaires ciblés et compétents
- Les pronostics avec l'élaboration d'un dossier technique de réhabilitation robuste, en phase avec sa politique de gestion
- La constitution du programme de la réhabilitation
- La constitution d'un appel d'offre sans équivoques
- Les critères pertinents pour sélectionner une entreprise, peu nombreuses sur le secteur
- La pertinence des contrôles extérieurs à mettre en œuvre



# Avis DCE, phase ACT et organisation contrôle extérieur DET

Le DCE établi par le Maître d'ouvrage doit être cohérent et doit préciser sans ambiguïté ce qui doit être rénové, remplacé, modernisé. C'est tout l'art de l'équipe du Maître d'Ouvrage, de son AMO et de son MOE.

Ce DCE est issu d'une réflexion basée sur un diagnostic efficace et qui va évaluer toutes les parties sensibles pour dégager les compromis à décider.

Quelques points sensibles récurrents à examiner, comme par exemple

- Les Suspensions :
  - les corps d'ancrages et les culots – les barres d'ancrages
  - Les suspentes et leurs attaches
  - Les câbles et l'état d'avancement des corrosions et ruptures de fils
- Les Charpente et hourdis:
  - Etat des métaux, corrosions, assemblages, poutres de rigidité
  - Fissuration des hourdis, état de caissons ...
  - Pièces appui et poutre au vent



# Avis DCE, phase ACT et organisation contrôle extérieur DET

Des points sensibles récurrents (suite)

- Les fragilités au froid :
  - Générations 1930 – 1950 – La fragilité au froid des barres d’ancrage et des suspentes reste un point critique - Tous les ponts suspendus ont été expertisés entre 1985 et 1988 – Remplacement des étriers d’ancrage et de suspentes sur LEZARDRIEUX en 1989
- Les matières dangereuses:
  - Le brai dans les câbles torsadés
  - L’amiante présente dans les peintures de câbles et de charpentes
  - Le plomb dans les peintures de charpentes (non présent ici)

L’assistant à Maître d’ouvrage peut aider à rédiger un programme de diagnostic cohérent, et proposer un équilibre dans les compromis pour une réhabilitation cohérente sur la durée de vie de l’ouvrage

En sachant que certaines pièces ne pourront pas être diagnostiquées



# Avis DCE, phase ACT et organisation contrôle extérieur DET

Le Maître d'ouvrage doit en outre prendre en compte de nombreux éléments en lien avec :

- Sa politique de gestion
- Son appréciation sur la valeur historique de l'ouvrage
- La connaissance des pathologies et des incidents récurrents pour les réduire par la suite,
- Les difficultés liées à des règlements existants non adaptés à ce type d'ouvrage
- Les évolutions d'usage de l'ouvrage
- Le cadre financier contraint
- La gestion du contexte des travaux dans l'économie locale
- L'anticipation de recours
- Les impacts environnementaux
- ...

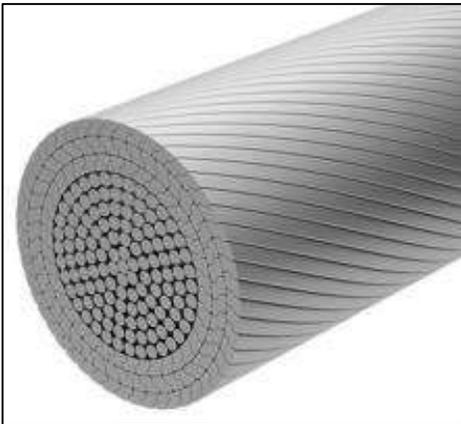


# Avis DCE, phase ACT et organisation contrôle extérieur DET

Le MOA a intérêt de préciser certains choix techniques de son ressort, en cohérence avec sa politique de gestion.

## Avis DCE

### Les câbles



Câble clos, dit Z



Câble à torsion alternative



Câbles gainés

Il vaut mieux faire ce choix avant la consultation, selon des critères qui peuvent être liés :

- Au déviations que les câbles auront à subir ( pylônes)
- Aux points singuliers à traiter
- Aux retours d'expérience des pathologies
- A l'aspect du câble / l'origine s'il existe une intention architecturale

# Avis DCE, phase ACT et organisation contrôle extérieur DET

## Les câbles

Les sections à préciser au DCE

Pour le pont de LEZARDRIEUX, le câble a été choisi pour son aspect authentique / histoire  
Câble à torsion alternative en fils galvanisés, section équivalente +/- 15 % / origine

## Câble identique ou équivalent ?

De nombreux câbles sur les ouvrages d'art français proviennent d'un catalogue historique, concentré autour de 2 fabricants :

- 1 à CHATEAUNEUF/LOIRE, qui produit toujours
- 1 à LARCHE en CORREZE, qui n'existe plus

Dans une concurrence européenne, pour ne pas risquer de privilégier une section relevant d'un catalogue précis, ne pas figer une section identique, mais parler d'équivalence

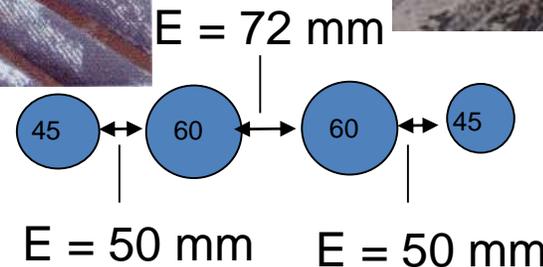
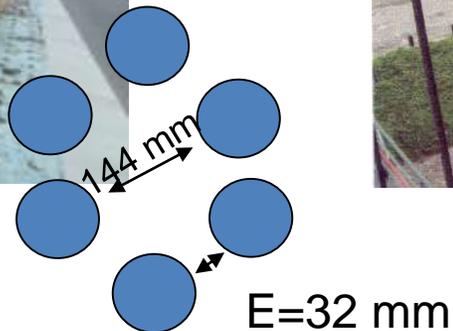


# Avis DCE, phase ACT et organisation contrôle extérieur DET

## Les câbles

Privilégier un écartement des câbles permettant un contrôle ultérieur des câbles (enrouillement, fils cassés)

Sur LEZARDRIEUX, le faisceau des câbles est droit, type hauban, leur contrôle sera possible



E insuffisants



# Avis DCE, phase ACT et organisation contrôle extérieur DET

## Les barres d'ancrage

La corrosion, les filetages non roulés, la sensibilité au froid font l'objet d'évaluation et d'une décision sur leur remplacement ou non.

Ceci a un fort impact sur les conditions de gestion par temps froid

Sur LEZARDRIEUX, les barres d'ancrages apparentes sur pylône ont été changées par le passé → non fragiles au froid... Remplacées tout de même suite au recalcul



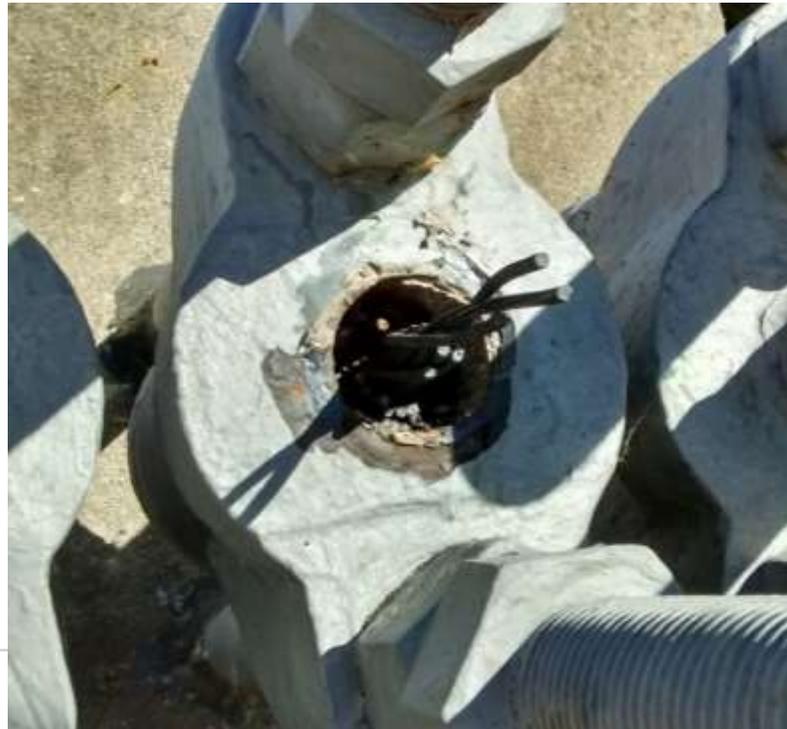
Il faut aussi attirer l'attention sur les bétons de massifs : carbonatation, RGI, chlorures

# Avis DCE, phase ACT et organisation contrôle extérieur DET

## Les culots et corps d'ancrage

Des méthodes expérimentales de recherche de fils coupés à l'entrée des corps d'ancrage sont encore en phase de développement. Au vu du risque de corrosion de fils non détectable à l'intérieur des culots sur des ouvrages de plus de 80 ans, la prudence consiste à les remplacer avec les câbles.

Sur LEZARDRIEUX, devant l'hétérogénéité de l'âge et des types de câbles, le Maître d'ouvrage a souhaité remplacer tous les câbles et les culots, pour un vieillissement futur homogène et faciliter sa politique de gestion.  
C'est quand on peut la meilleure approche.



# Avis DCE, phase ACT et organisation contrôle extérieur DET

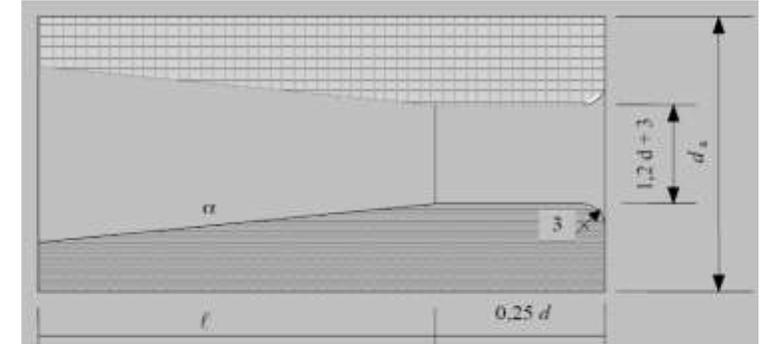
## Les culots et corps d'ancrage

Les EUROCODES précisent les dimensions des corps d'ancrage pour les ouvrages neufs

Mais la tradition française diffère avec des corps d'ancrage moulés, du culottage au zinc avec des fils recourbés, ces dispositions sont assez peu compatibles avec les dessins des corps d'ancrage issus des EUROCODES.

La courbure des fils devient aussi plus délicate compte tenu de l'utilisation d'aciers de la classe 1770 MPA, voir 1870 MPA. Faut il continuer à l'imposer dans le CCTP ? Certains opérateurs ne veulent plus le faire.

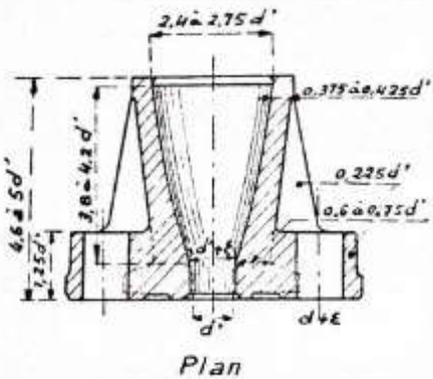
Il faut prendre position au niveau du cahier de charges, et ne pas écarter les méthodes traditionnelles sur la base des textes historiques (cours de Mr GRELOT, REX...) qui ont largement fait leurs preuves



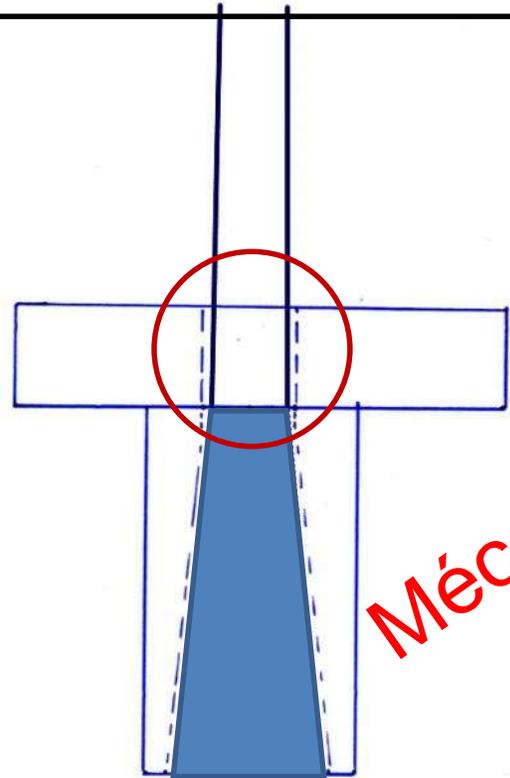
# Avis DCE, phase ACT et organisation contrôle extérieur DET

## Les culots et corps d'ancrage

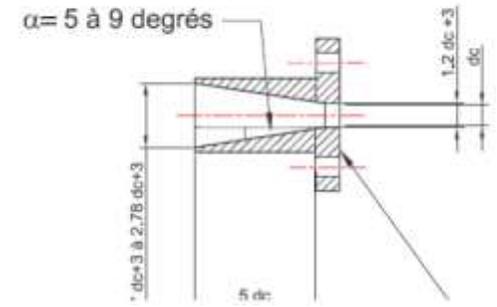
Dans le DCE : anticiper des erreurs de conception observées sur des ancrages mécano-soudés



Moulés



Mécano soudé



# Avis DCE, phase ACT et organisation contrôle extérieur DET

## Les suspentes et leurs attaches

Suspentes en barres, en câbles torsadés ou en câbles revêtus PEHD ?  
Réflexions vis-à-vis de la politique de gestion avant tout.  
Prendre en compte la maintenance avec la possibilité de remplacer une suspente sans risque de rupture en chaîne

## Les charpentes et hourdis

Les hourdis sur ponts suspendus sont rarement justifiés par les calculs modernes. Pour autant, si le béton n'est pas dégradé, ils fonctionnent.  
Prendre position dans le DCE pour éviter des contentieux en phase EXE

## Les anticorrosion

Ne pas hésiter à surclasser les classes de corrosivité, pour faciliter la gestion future de l'ouvrage. Rappeler que les systèmes ACQPA ne sont pas adaptés aux câbles.



Pour les câbles: ne pas rechercher les classes supérieures de résistances, car plus il y a de couches de fil, meilleure est la protection du câble

# Avis DCE, phase ACT et organisation contrôle extérieur DET

## Les calculs et les règlements

Anticiper dans le DCE tous les éléments qui pourront prêter à confusion lors des calculs EXE avec l'application de règlements non adaptés aux contextes de ces anciens ouvrages à câble.

- Bien maintenir la notion de résilience et robustesse sur le dimensionnement des câbles et suspentes ( rupture, maintien des calculs ELS de 1982...)
- Encadrer les règlements de charges routières
- Encadrer l'application des rayons de courbure des EUROCODES sur les selles d'appui
- Maintenir les anciens règlements de calculs de sections fond de filet plus sécurisants
- .....



# 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

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

# Avis DCE, phase ACT et organisation contrôle extérieur DET

## Le contrôle extérieur

### Anticorrosion – Câbles – Suivi géométrique

L'EUROCODE 0 propose 3 classes de conséquence, c'est la classe CC3 qui a été retenue. Ceci va induire l'organisation d'un contrôle indépendant du contrôle interne, géré par le maître d'œuvre. Certaines prestations spécifiques peuvent faire l'objet d'un contrôle extérieur.

Antico + câbles : ~ 80 Ke

### L'anticorrosion

La consultation a porté sur des missions fondamentales relatives à :

- |  |       |
|--|-------|
| - Examen des documents EXE                 | 1 FFT |
| - Visas procédures (peinture, confinement) | 1 FFT |
| - Vacances sur site points d'arrêt         | 108 U |
| - Vérification éléments DOE et OPR         | 1 FFT |



# Avis DCE, phase ACT et organisation contrôle extérieur DET

## Le contrôle extérieur

### Les câbles

La consultation a porté sur des missions fondamentales relatives à :

- la vérification de la documentation d'usine du producteur conforme au marché - 1 FFT
- le contrôle de la fabrication des câbles en usine - 1 FFT
- le contrôle de la fabrication des corps d'ancrage en usine – 1 FFT
- le contrôle des premiers culottage des câbles – 1 FFT
- le contrôle par déculottage - 1 FFT
- les essais de traction et de rupture – 1 FFT



A

# La conception

Pascale ROBERT - Chef de projet environnement

Christophe ACCART - Gérant bureau d'études



OUVRAGES D'ART - GENIE CIVIL  
[www.artcad-etudes.fr](http://www.artcad-etudes.fr)

# 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)



Habitation côté Lézardrieux



Choucas de tours

# Volet environnemental

Les principaux enjeux des travaux :

- **Prescriptions** de l'arrêté préfectoral d'autorisation à respecter, 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



Mise en défens des prés à Obione



Gestion des eaux pluviales de la base vie

# Volet environnemental



Les principaux enjeux des travaux :

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



Maintien du GR34



Intégration de la base vie dans le site classé

# Volet technique – conception et calcul



OUVRAGES D'ART - GENIE CIVIL  
[www.artcad-etudes.fr](http://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](mailto:artcad@artcad-etudes.fr)

# Volet technique – Conception et calculs

Missions de MOE pour l'ensemble des travaux du pont haubané

- Diagnostics + cahiers des charges investigations (G5/G2 – topographiques) – EPOA-AVP-PRO-ACT
- Modélisations et justifications incluant passerelles ultérieures
- Conceptions des solutions et phases provisoires
- VISA y compris procédures, matériaux
- Assistance technique DET et AOR au mandataire



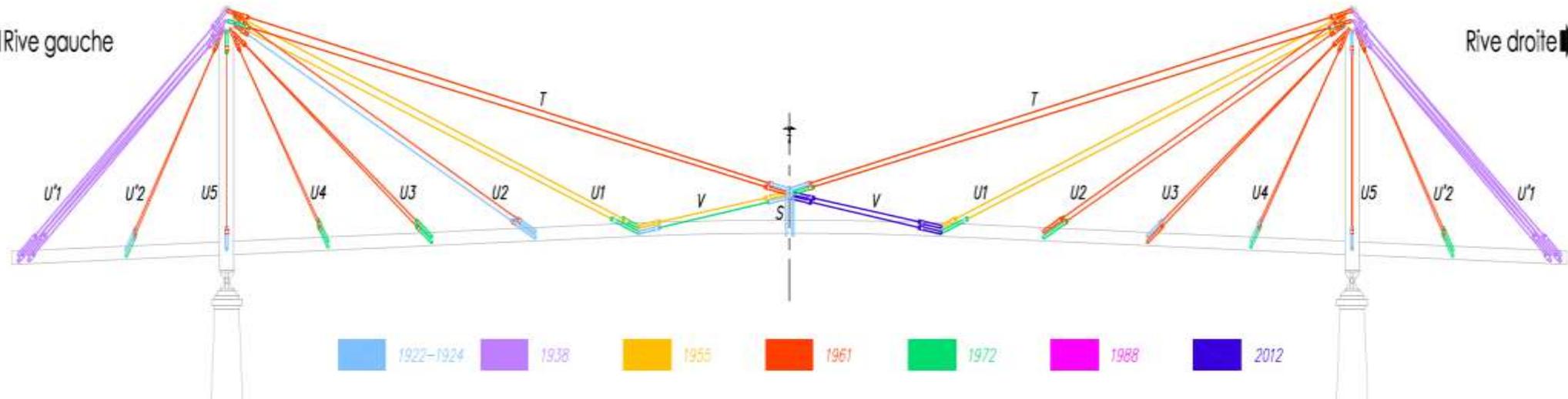
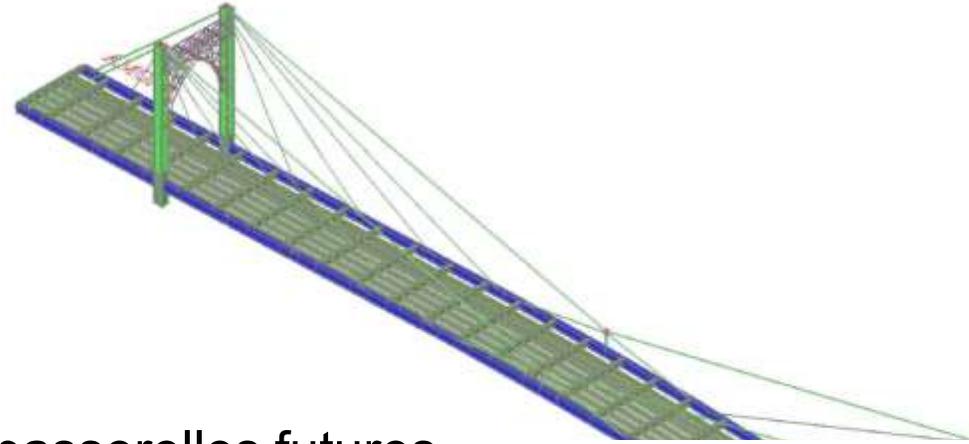
OUVRAGES D'ART - GENIE CIVIL  
[www.artcad-etudes.fr](http://www.artcad-etudes.fr)

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](mailto:artcad@artcad-etudes.fr)

# Volet technique – Conception et calculs

## Diagnostics et recalculs

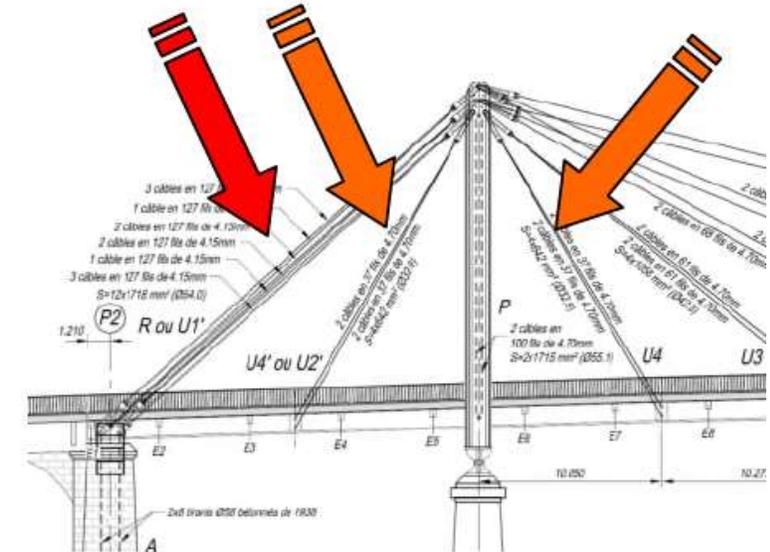
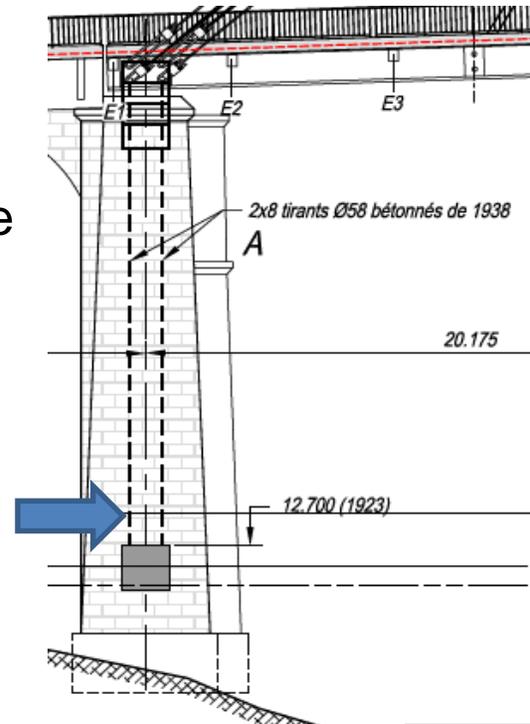
- Etat et ancienneté des câbles
- Capacité des câbles
- Recalcul complet de l'ouvrage avec passerelles futures
- Non symétrie amont aval (train)



# Volet technique – 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

# Volet technique – 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 *sauf entre les poutres*
- Peu/pas de place disponible entre les poutres et en tête de pylône

## Contraintes architecturales et patrimoniales

# Volet technique – Conception et calculs

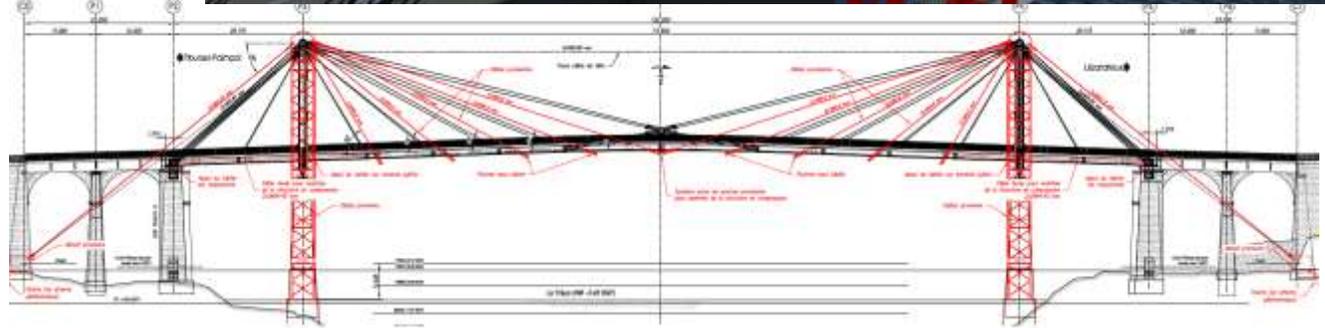
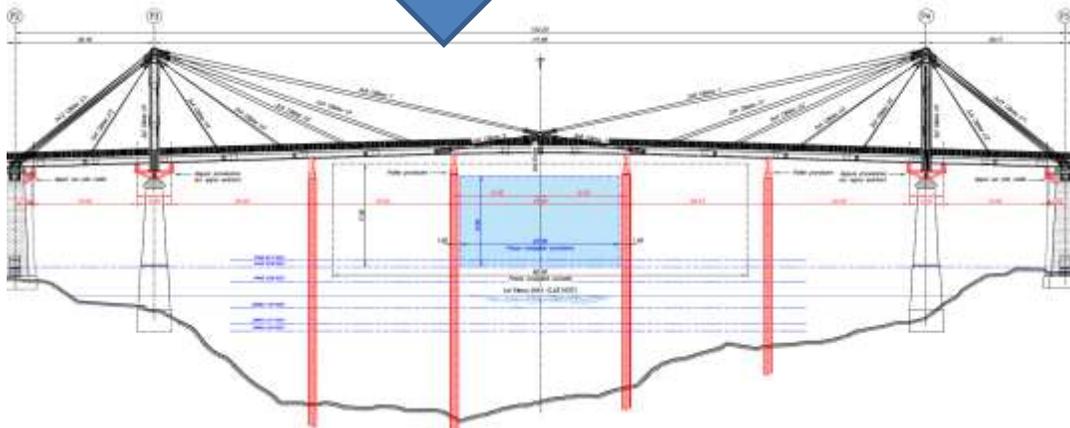
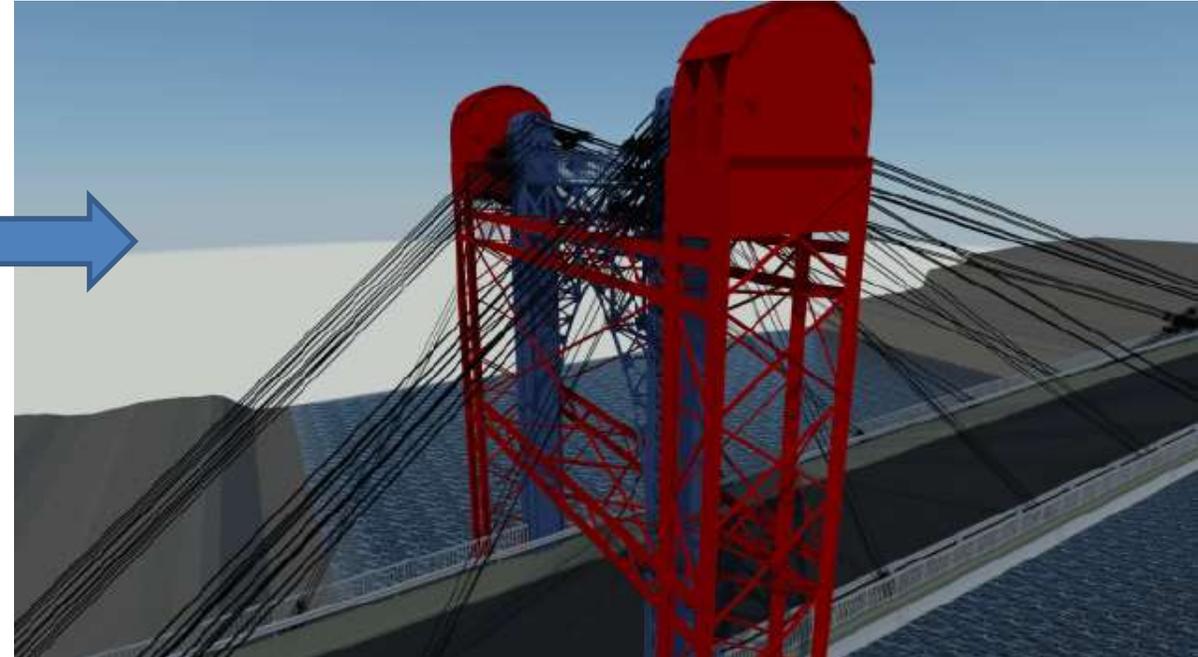


- ❑ Peu de place disponible entre les poutres et en tête de pylône

# Volet technique – Conception et calculs

2 hypothèses étudiées en EPOA pour le remplacement de la suspension

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



# Volet technique – Conception et calculs

## Hypothèses PRO-DCE – avec solution de base pylônes provisoires

- Redonner le PL théorique de l'ouvrage et prise en compte passerelles futures
- Exigence de l'appel à une suspension provisoire pour dégager les têtes de pylône et les intérieurs de poutres
- Nécessité de recours à des aciers traités thermiquement pour certains axes
- Ouvrage projeté et phases travaux : pas de convoi exceptionnels
- Phase travaux : maintien d'une voie de circulation (3 m) – coupures de nuit (estimées 100) – maintien d'une voie piétonne – alternats à feux intelligents

## Volet technique – Conception et calculs

### Hypothèses PRO-DCE – avec solution de base pylônes provisoires

- Zones installations chantier prévues en amont de la consultation
- 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)
- Options retenues par le MOA : galvanisation étriers neufs – remise en peinture intérieur poutres et têtes pylônes
- Choix MOA : câbles à torsion alternative

A

# Les travaux

Anthony MARAIS – Responsable d'exploitation

Sophie BONETTI – Responsable d'affaires

Yoann DEPLCHIN – Directeur d'agence



# 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  
Les contrôles environnementaux

## **CHARIER GC :**

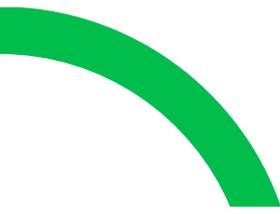
L'aménagement de la plateforme d'installation de chantier rive droite  
La réalisation des massifs d'ancrage provisoire  
La réalisation des appuis de la plateforme provisoire

## **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



# Travaux de remplacement de suspension

Variante

Planning, Phasage

Moyens

Méthodes

Aléas

Coactivités

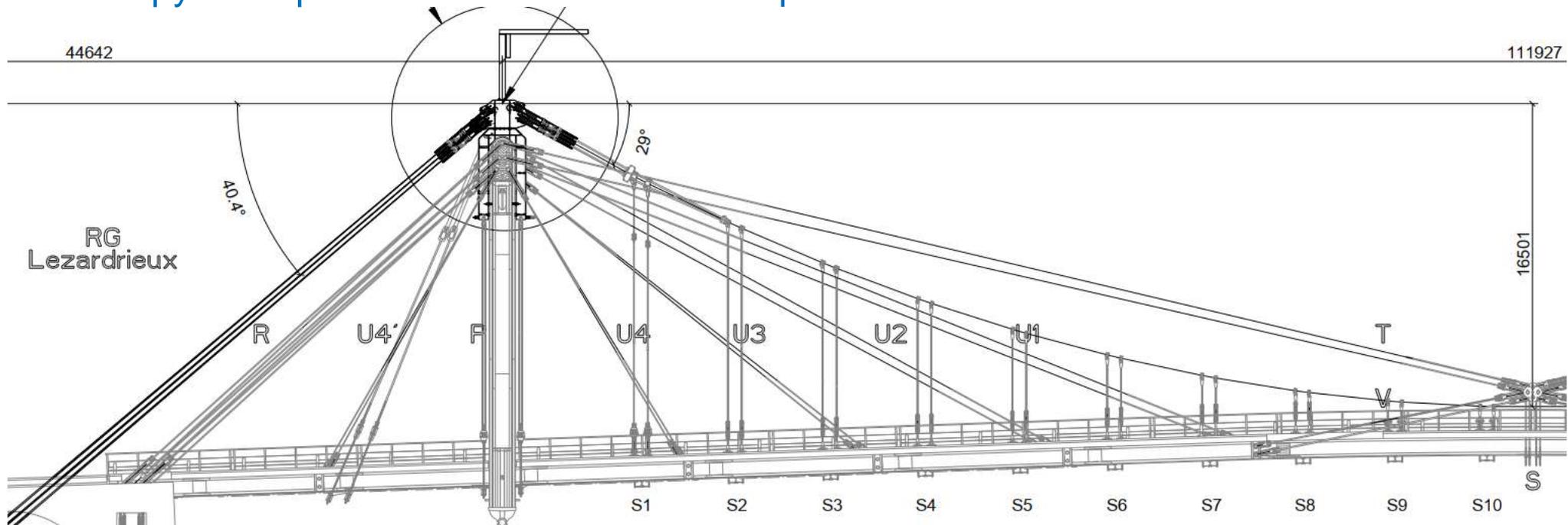
Spécificités



# Variante – Suspension provisoire

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

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



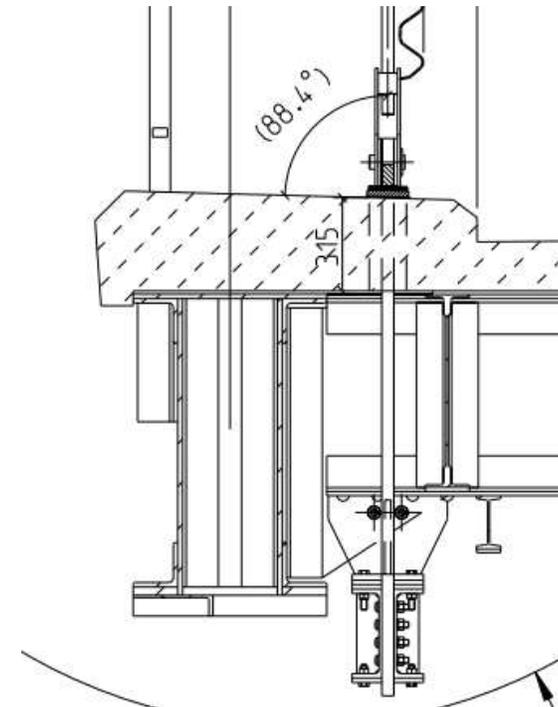
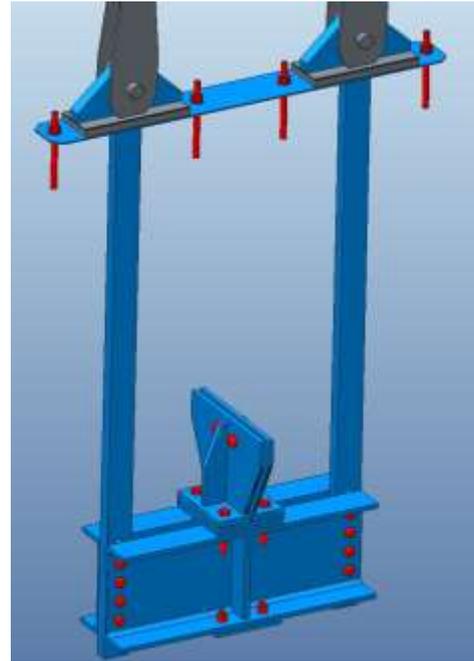
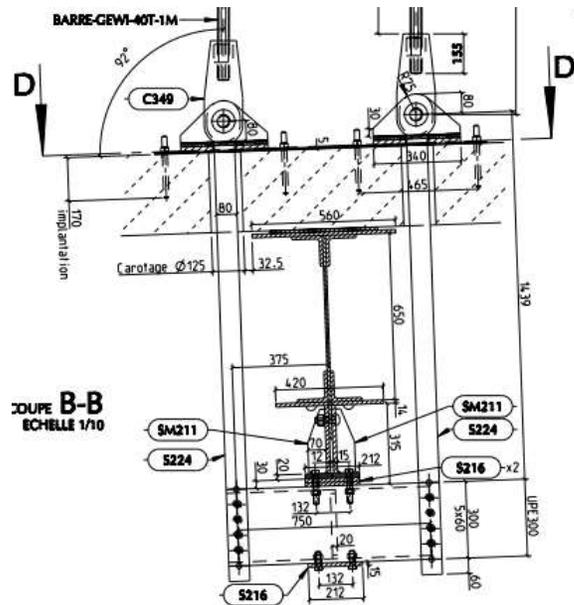
# Variante – Suspension provisoire

- Tête 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 laissé libre pour entretien et réparation



# Moyen et accès

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



# Moyen et accès

- Accès spécifiques
  - Plateforme de stockage et base vie amiante
  - Echafaudage suspendu
  - Echafaudages de pylône



# Spécificités - Suivi de la qualité des milieux

- Prélèvement et analyses
  - Eaux, sédiments et coquillages
  - Sondes multi paramètres de suivi en continu
- Emprises de chantier réduite et complexe 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 intelligent à radar de régulation
- Intervention de nuits sous coupure :
  - Grutage,
  - Travaux sans charges d'exploitations



# Mise en place de la suspension provisoire

- Lancement des 24 câbles provisoires
- Mise en place des barres gewi reliant les câbles aux attaches du tablier



# 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 de plus 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'au sol
- Enroulage ou découpage puis conditionnement avant évacuation



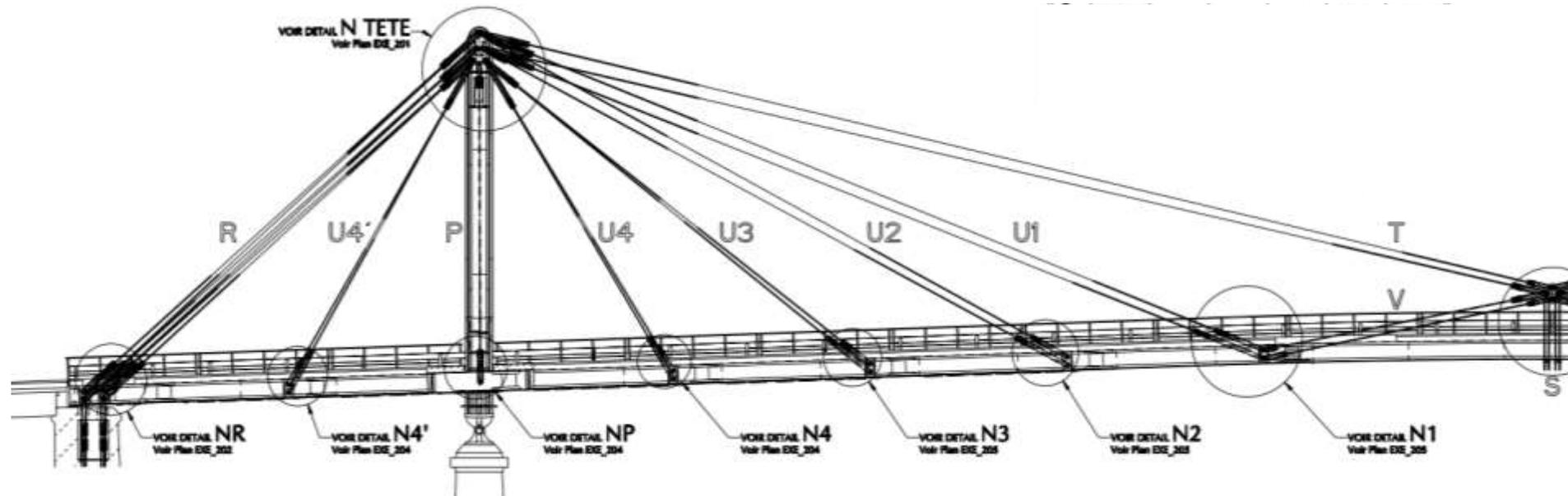
# Mise en œuvre la nouvelle suspension et réparation locale de l'ouvrage

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



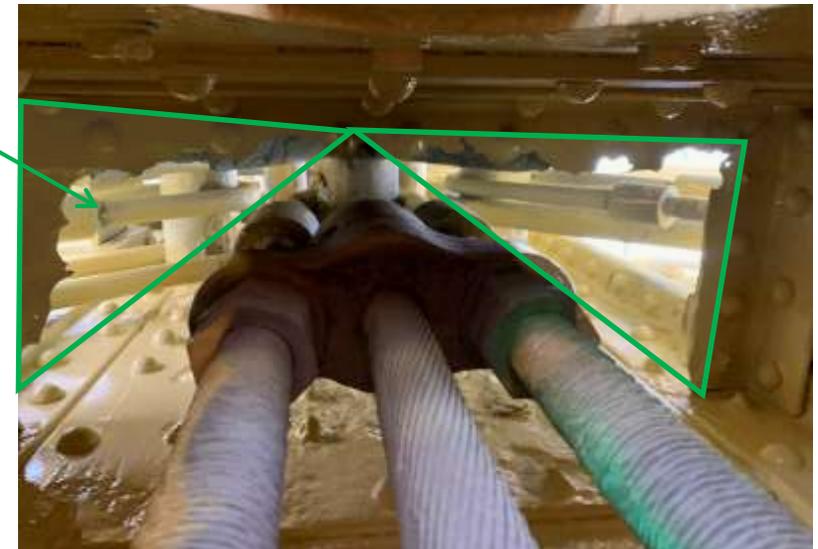
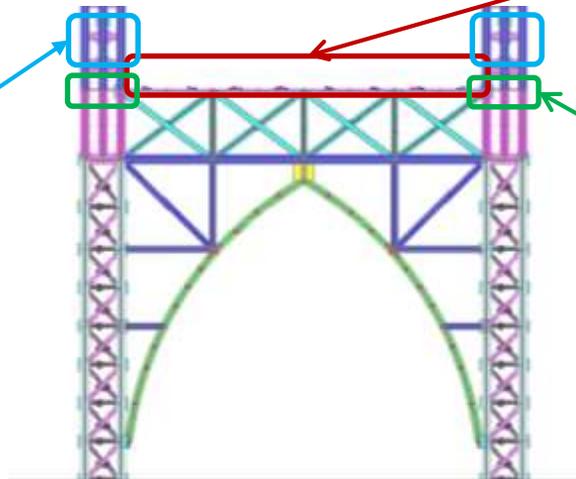
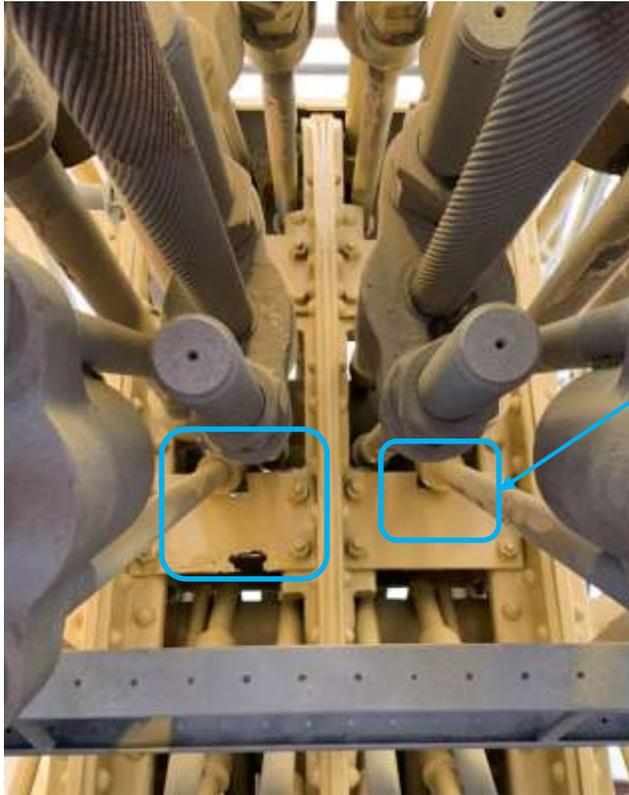
# Mise en œuvre la nouvelle suspension et réparation locale de l'ouvrage

- Remplacement des axes et des étriers
  - 50 axes
  - 400 étriers
  - 200 câbles
- Déroulage des nouveaux câbles depuis la plateforme de lancement



# Mise en œuvre la nouvelle suspension et réparation locale de l'ouvrage

- Corrosion perforante ou parfois absence d'élément

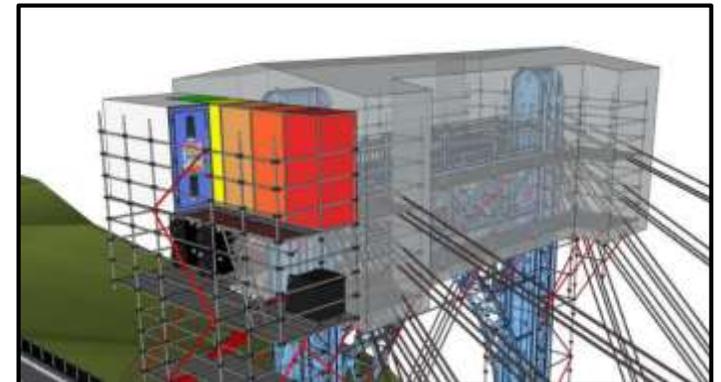


# Désamiantage et peinture sur ouvrage métallique

Désamiantage SS3 des têtes de pylônes

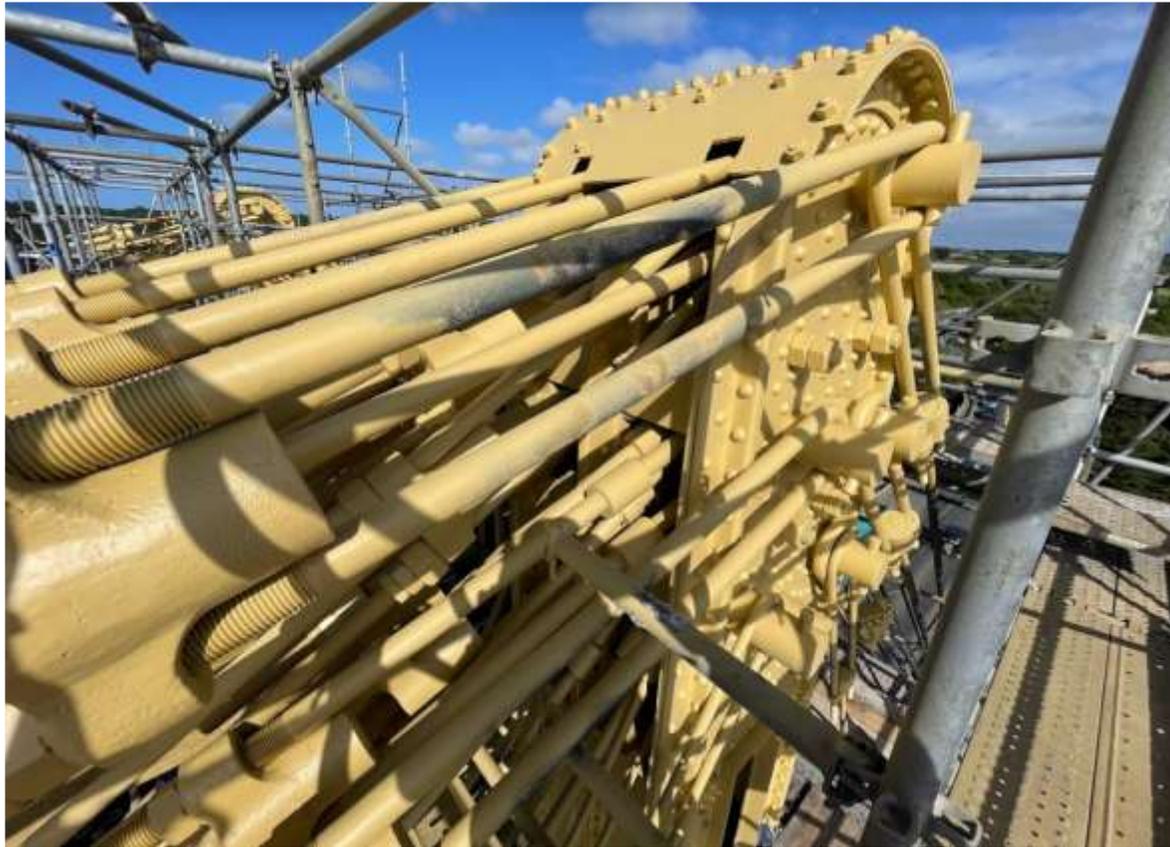


- 1er Désamiantage avant démontage câbles :
- Confinement complet + connexion sas personnel  
5 Dépoussiéreurs 5 000 m<sup>3</sup>/H THE
- Création d'une zone technique confinée déportée :  
Energies (Elec secouru + air)  
Groupe d'aspiration + sas déchets associé
- Désamiantage par sablage puis libérateurs
- 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

## Traitement de la suspension neuve

### Traitement des câbles et culots

- Préparation de surface : Dégraissage manuel des câbles neufs galvanisés
- Mise en peinture : Système ACQPA N°C4GNV 804 du fournisseur GEHOLIT
  - Primaire GEHOPON-LAC-Eisenglimmer à 50µm (guipon)
  - Finition GEHOPAL-L77 à 50 µm (guipon)
- Réalisation du chantier à la nacelle sous alternat

### Traitement des étriers en atelier à Montoir de Bretagne

- Dérochage chimique
- Système ACQPA N°C5VHGNV 885 ou 885
  - Gehotex W91 Acrylique phase aqueuse 120µm
  - WIEREGEN M25 Polyuréthane 100µm

### Traitement site :

- Reprise finition sur zone de ragage + système complet sur tiges filetée
- Masticage d'étanchéité à l'interface écrou/filetage

# Désamiantage et peinture sur ouvrage métallique

Option Retenue, Traitement de la poutre inférieure

## Préparation de surface :

- Avivage par projection d'abrasif sec sur les zones accessibles.
- Mise en peinture : Système C4

## Moyen d'accès :

Echafaudages suspendus en place

Confinement :

Parois en thermo et sol en Lino

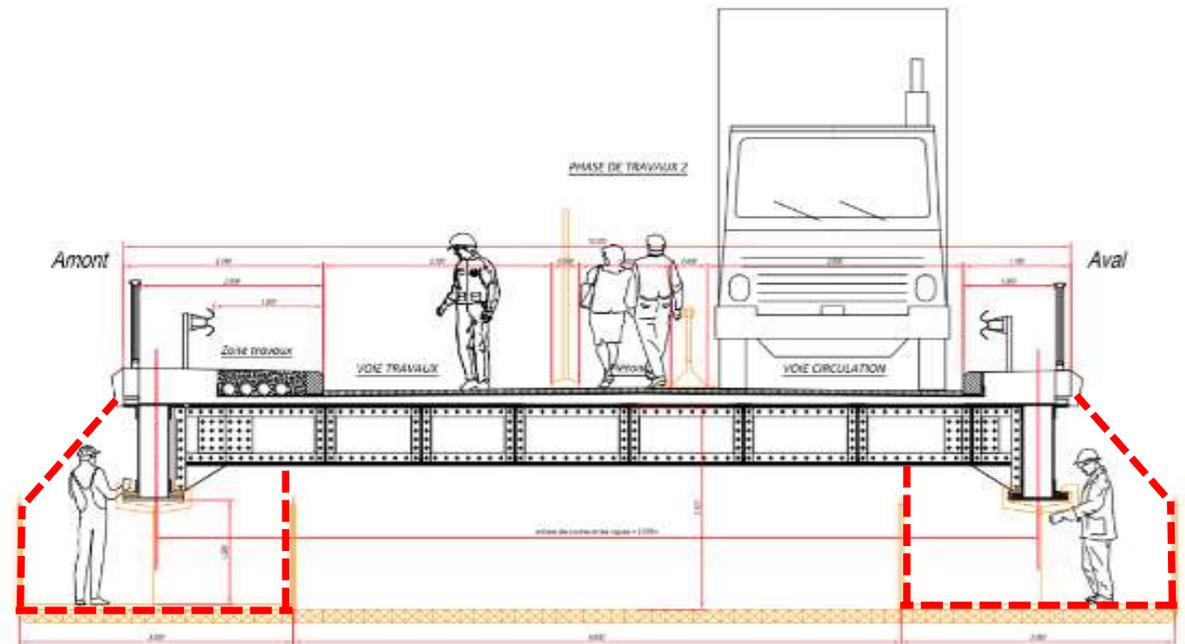
Protections spécifiques ext. poutres

## Matériels (en bout d'ouvrage ou sur plateforme BC) :

Matériel sablage/peinture

Groupe d'aspiration abrasif S4

Dépoussiéreur 10 000 m<sup>3</sup>/h + GE



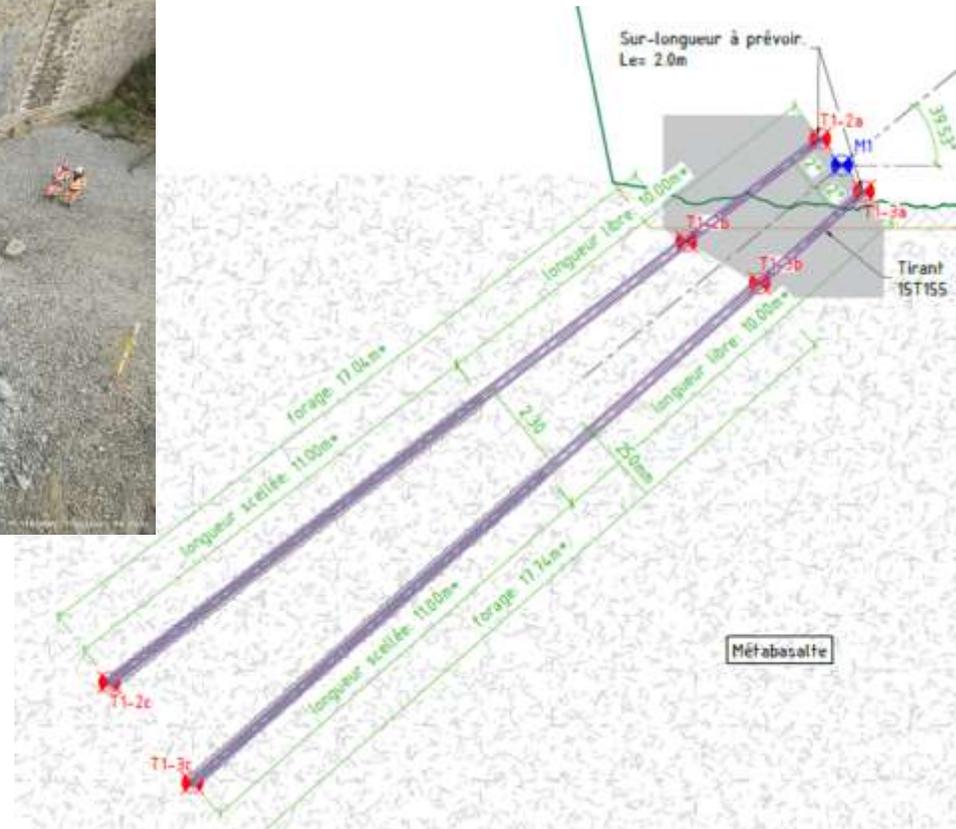
# Terrassement et génie civil

- 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 1mx1mx0,8m)
- Travaux à la marée 

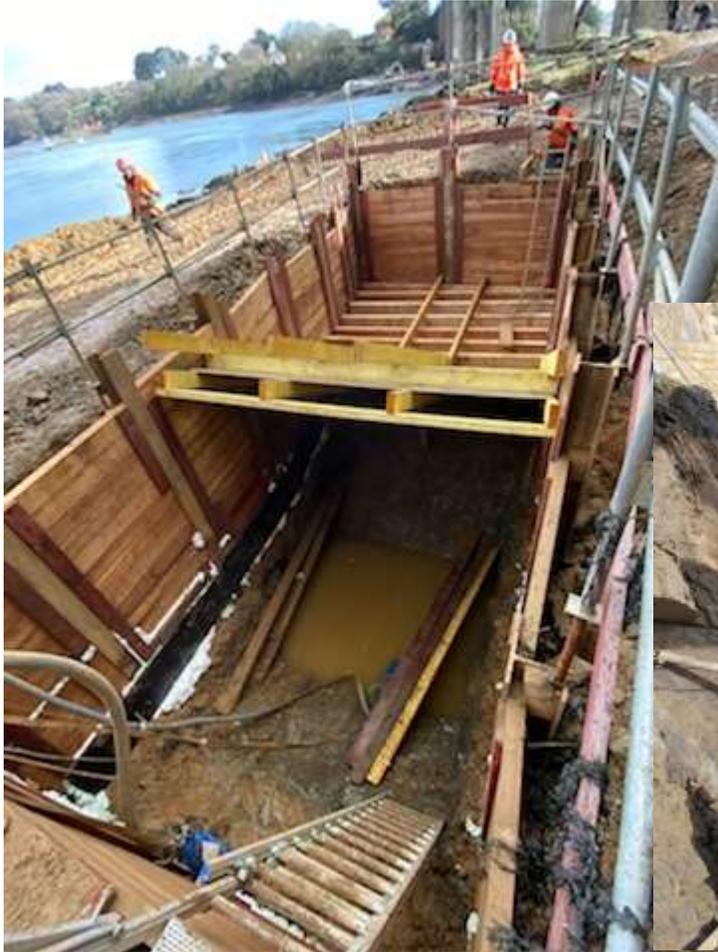




# Terrassement et génie civil



# Terrassement et génie civil



# Merci pour votre attention

Retrouvez-nous sur

