

PONT DE BOURGOGNE

TRAVAUX DE RÉPARATION DES HAUBANS



Présentation de l'AFGC et de la délégation Centre-Est

Par : Jean-Yves SABLON – AFGC

Une organisation en comité

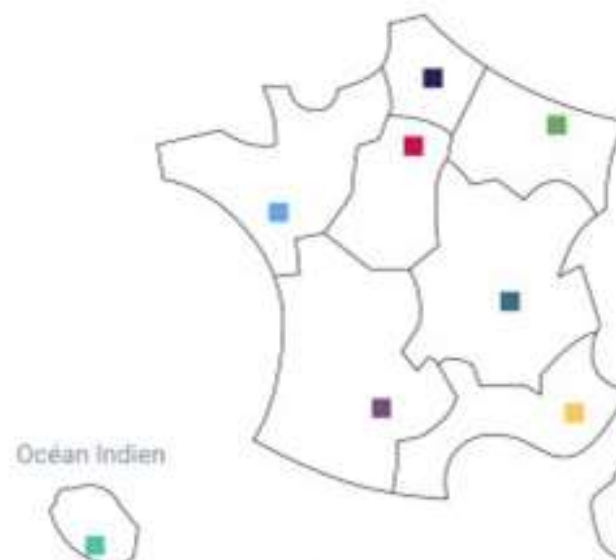
Une animation autour de trois comités et une commission jeunes

- **Comité des Affaires Générales** : animation des activités de l'AFGC, organisation des événements nationaux et internationaux, diffusion des publications de l'AFGC, développement des partenariats...
- **Comité Scientifique et Technique** : Animation et élaboration de documents de synthèses des groupes de travail, exploration des axes d'innovation et synthèses de l'état de l'art sur les thèmes majeurs du Génie Civil, organisation de débats...
- **Comité des Affaires Internationales** : Coordination des relations entre l'AFGC et les associations internationales, promotion de l'ingénierie française à l'internationale...
- **Commission Jeune** : valorisation de l'AFGC et du Génie Civil auprès des jeunes, appui pour leur intégration auprès de groupes de travail internationaux, diffusion de l'expertise de l'AFGC auprès des étudiant.e.s...

Un ancrage territorial

Un ancrage territorial grâce à huit délégations régionales

Centre Est, Grand Est, Grand Ouest, Hauts-de-France, Ile-de-France et Centre, Méditerranée, Océan Indien, Sud Ouest.



- | | | | |
|----------------------------|---|-------------------------|---|
| Délégation IDF et Centre |  | Délégation Centre-Est |  |
| Délégation Grand Ouest |  | Délégation Sud Ouest |  |
| Délégation Grand Est |  | Délégation Méditerranée |  |
| Délégation Hauts-de-France |  | Délégation Océan Indien |  |

... Relais des grandes Associations Nationales ...

Des partenariats avec des grandes associations nationales du Génie Civil

AUGC - AFPS - AFTES - AITF - ASCO TP - Le Pont.

Des relations privilégiées avec des acteurs majeurs

IDRRIM - IMGC - UAFGC

Et le relais des grandes associations internationales

ACI-fib-IABSE-RILEM

Une expertise scientifique et une diffusion de la connaissance

Une diffusion de la connaissance scientifique et technique

- Organisation d'évènements: Congrès, symposiums, conférences, visites de chantiers, débats...
- Diffusion des publications scientifiques et techniques des groupes de travail de l'AFGC et des comptes rendus des évènements organisés...
- Diffusion d'informations via sa lettre d'information hebdomadaire et via le site internet : **www.afgc.asso.fr**



En conclusion

Être adhérent à l'AFGC c'est pouvoir :

- **bénéficier** de documents gratuits (documents scientifiques présentant les travaux des groupes du CST, bulletin annuel, lettres périodiques d'informations, lettres des associations internationales, annuaire des adhérents),
- **profiter** des activités de l'AFGC à des tarifs préférentiels,
- **participer** aux travaux des divers groupes de l'association,
- **visionner** les conférences en podcast,
- et plus simplement être tenu informé régulièrement de ce qui se passe dans le monde du Génie Civil.

Ma résolution 2021 : j'adhère à l'AFGC

www.afgc.asso.fr

La délégation Centre Est

Président	Jean-Yves SABLON (setec als)
Vice-présidente	Estelle RODOT-CHAZAL (VICAT)
Trésorier	Laurent BASTARD-ROSSET (VCF TP Lyon)
Secrétaire	Danièle CHAUVEL (EDF SEPTEN) / Délégués aux Concessionnaires
Jeunes	Marie NOE (setec als) et Chaymae SAMIR (EGIS) / déléguées AFGC Jeune
	Fabien DELHOMME (INSA Lyon), Julien BAROTH (UJF Grenoble/Pologne) / Délégués à l'Enseignement et aux Universités Hervé VADON (STRATES) / Délégué aux architectes Jean-Michel ODIN (ARCADIS), Renaud LECONTE (DIADES), Pascale GUICHON (ARTELIA QUADRIC), et Philippe PRIEUR (INGEROP) / Délégués aux B.E. Pierre-Antoine D'ARGENTO (Délégué UNICEM/SNBPE) / Délégués aux Syndicats des Bétons Grégoire GAVANIER (EIFFAGE INFRA), Christophe CAMPOY (BOUYGUES TPRF), Donovan HUBERT (Demathieu Bard) / Délégués aux Entreprises Marc VINCENS (EGIS) / Délégué aux MOE et Ingénierie Nucléaire Armelle GAUTIER (SYTRAL), Christophe MONTANTEMME (SNCF) / Délégué aux MOA
Site WEB	Marc VINCENS (EGIS)

Manifestations 2020

Sujet	Visite / conférence	Date prévue
Les matériaux d'aujourd'hui pour nos solutions de demain	Conférence	23 Janvier – 17h/20h
« Quelque chose de Grand » - projection film	Co	ANNULE COVID 17/11/2019
A480 et Rondeau (Grenoble)		ANNULE COVID
Tranchée St Julien et actualités TELT (avec AFTES)	Visite	Mai ANNULE COVID
Métro B vers Hôpitaux Sud (Lyon)		ANNULE COVID
Les nouvelles mobilités et concertation Nœud Ferroviaire Lyonnais (NFL)	Co	ANNULE COVID
BIM : actualités et point de vue des maîtres d'ouvrage	Co	ANNULE COVID
Pont-sur-Yonne : réhabilitation d'un ouvrage	WEBINAIRE	décembre

Programme de manifestations 2021

21 Janvier	La réparation des haubans du pont de Bourgogne	webinaire
Février/mars	Le chantier du métro B à Lyon	Webinaire/visite virtuelle
Avril	Conférence et visite du viaduc du Teil	Sur site ?
Mai	Conférence sur les nouvelles mobilités	En présentiel

Programme de la conférence du jour

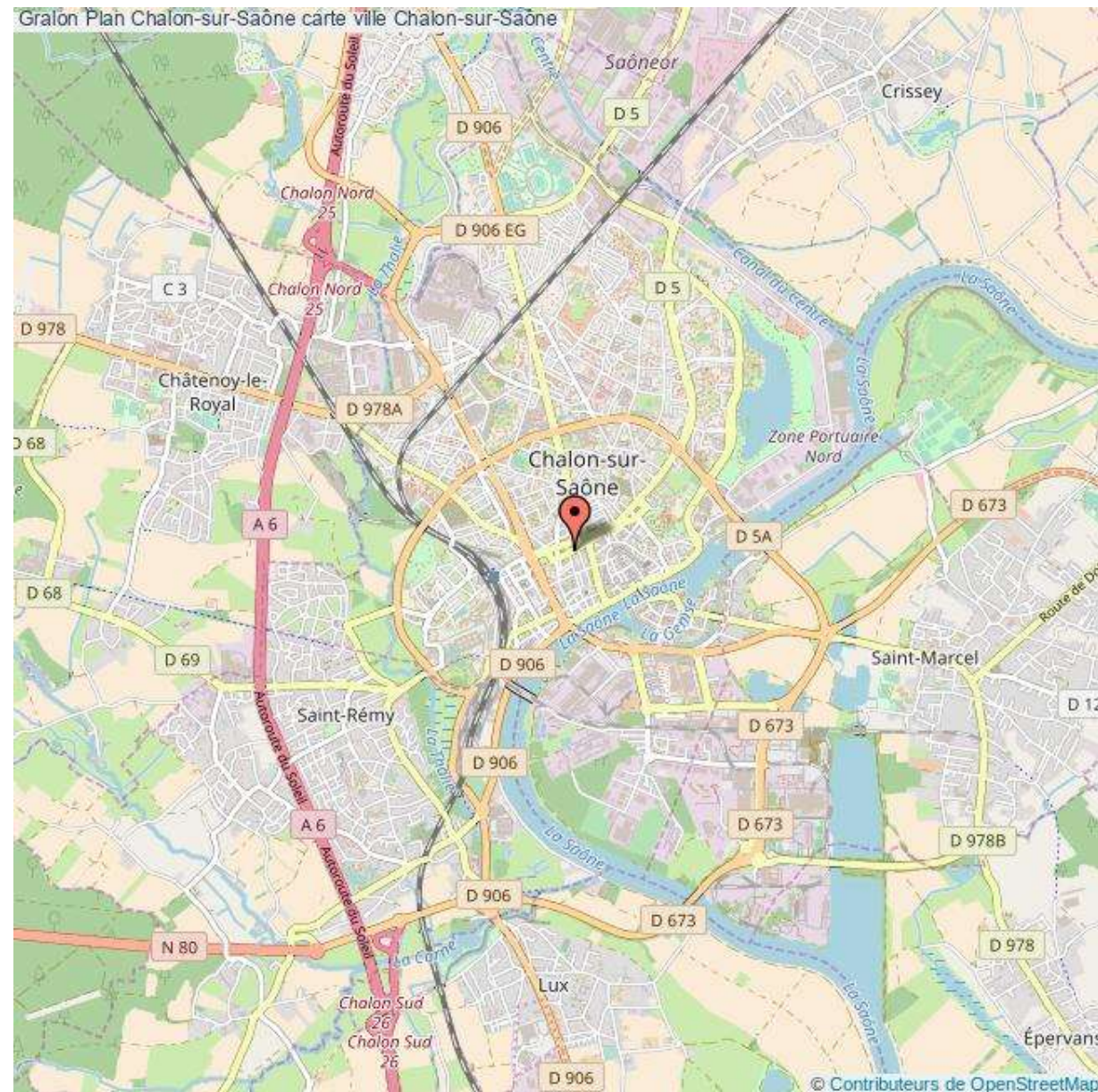
- Historique du Pont de Bourgogne : **Didier BRAZILLIER**
- Problématique rencontrée après construction : **Cyril BOURGEOIS**
- Présentation des investigations réalisées sur les haubans : **Jean-Michel ODIN**
- Les solutions de réparations des haubans : **Stéphane LAURAND**
- Les travaux de réparations des haubans : **Jean-Claude PADOX**
- Questions / réponses

Historique du Pont de Bourgogne

Par : Didier BRAZILLIER – AFGC et ex-DDE 71

L'origine ...

- Les villes de Chalon s/Saône et St Marcel ont décidé à la fin des années 80 la construction d'une déviation au nord de l'agglomération pour soulager les franchissements de la Saône en milieu urbain et favoriser le développement de zones d'activités autour du port de Chalon
- Soucieuses de la qualité du site et volontaires pour édifier un ouvrage remarquable, elles ont confié les études à la DDE de Saône et Loire et au SETRA via un syndicat mixte mis en place spécifiquement pour la réalisation de cet ouvrage. L'architecte Charles Lavigne a été associé à la conception.

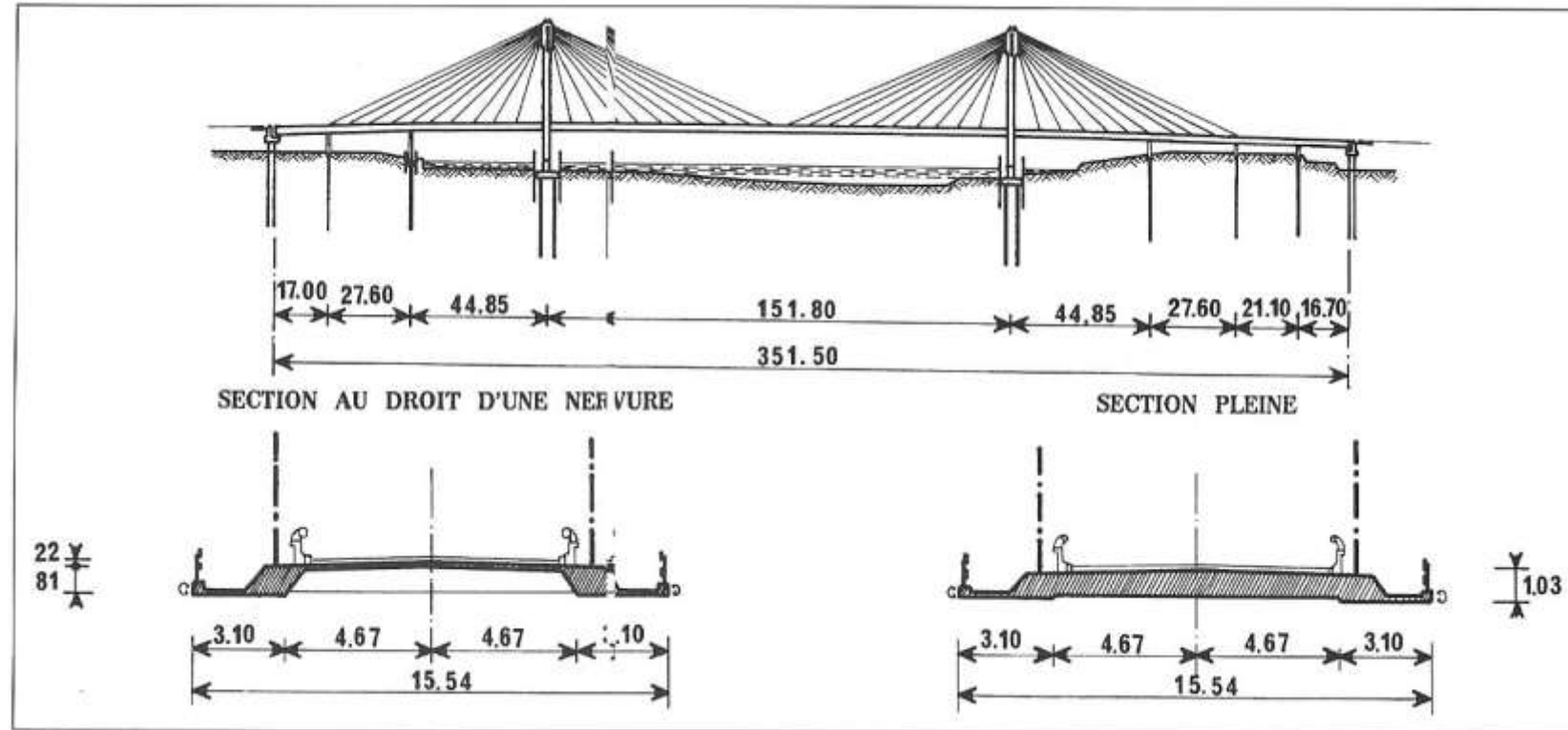


- Les études préliminaires ont rapidement convergé vers un pont haubané avec des variantes en ossature mixte et béton précontraint. C'est cette dernière solution qui a été retenue après un appel d'offres comportant les deux solutions en 1989. Le marché de 50 MF HT a été signé avec l'entreprise Léon Grosse
- Le pont nord de Chalon sur Saône, baptisé depuis pont de Bourgogne a été inauguré à l'été 1992



La conception de l'ouvrage

- L'ouvrage comporte 8 travées pour une longueur totale de 351m et une travée centrale de 152m.
- La coupe transversale de la travée centrale est particulièrement mince : dalle de 22cm qui s'appuie sur deux nervures longitudinales et sur des entretoises transversales précontraintes tous les 3,45m ; l'originalité de ce profil dit « en assiette renversée » réside dans la position des trottoirs au bas des nervures ce qui permet une meilleure utilisation de la matière ; cette finesse est rendue possible avec l'équilibre statique assuré par les travées de rives en dalle pleine de 1m coulées sur cintre.



Les pylônes



47 m de hauteur dont 31 m au-dessus de la Saône, Ils ont été dessinés par Charles Lavigne en forme de lyre

Ils reposent sur des massifs de gros béton de 12 m de hauteur descendant jusqu'au substratum marneux et comportent en tête deux plaques métalliques connectées au béton pour l'ancrage



Les haubans

Initialement prévus avec des câbles constitués de torons de précontrainte de 15mm, l'entreprise a choisi de mettre en œuvre des haubans Freyssinet constitués de monotorons parallèles sans gaine extérieure ; chaque toron comprend des fils galvanisés retraits enrobés de cire et protégés par une couche de polyéthylène de haute densité extrudée autour du toron (monotoron gainé ciré).

Il s'agissait de la première utilisation de ce type de haubans pour un ouvrage important et c'est ce type de haubans qui seront utilisés ensuite sur le pont de Normandie.



Il y a 80 haubans de longueur variable (de 27 à 79m) et constitués de 10 à 19 torons. Ils ont été mis en tension par un procédé « d'isotension » assurant le même niveau de contrainte dans chaque toron d'un même hauban.

L'ancrage haut des haubans



Cinématique de construction

- Le tablier est construit sur cintre jusqu'aux pylônes puis par encorbellements successifs via des voussoirs de 6,90m coulés sur un équipage mobile suspendu par des haubans provisoires
- Le tablier est également précontraint longitudinalement (7 paires de câbles 19T15 centrés)
- Le réglage des haubans est conçu pour que les moments fléchissants soient nuls dans les pylônes et le tablier sous charges permanentes



Cinématique de construction

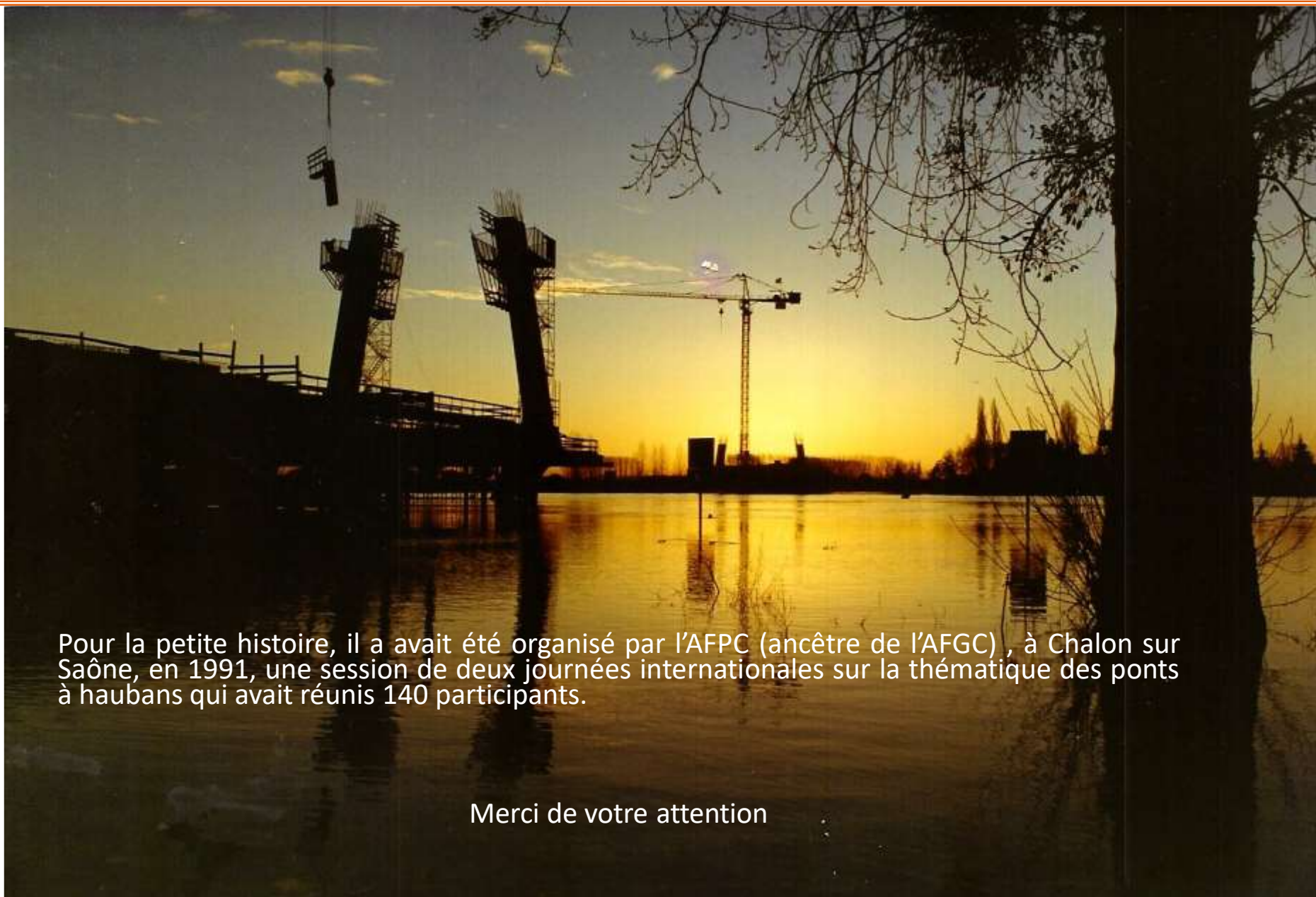


Compte tenu de la grande souplesse du tablier (dalle mince), le réglage de la géométrie était un souci constant

La tension dans les haubans (et principalement les haubans provisoires retenant l'équipage mobile) était réglée chaque matin à 7 h en lien avec la température ambiante

Cinématique de construction





Pour la petite histoire, il a avait été organisé par l'AFPC (ancêtre de l'AFGC) , à Chalon sur Saône, en 1991, une session de deux journées internationales sur la thématique des ponts à haubans qui avait réunis 140 participants.

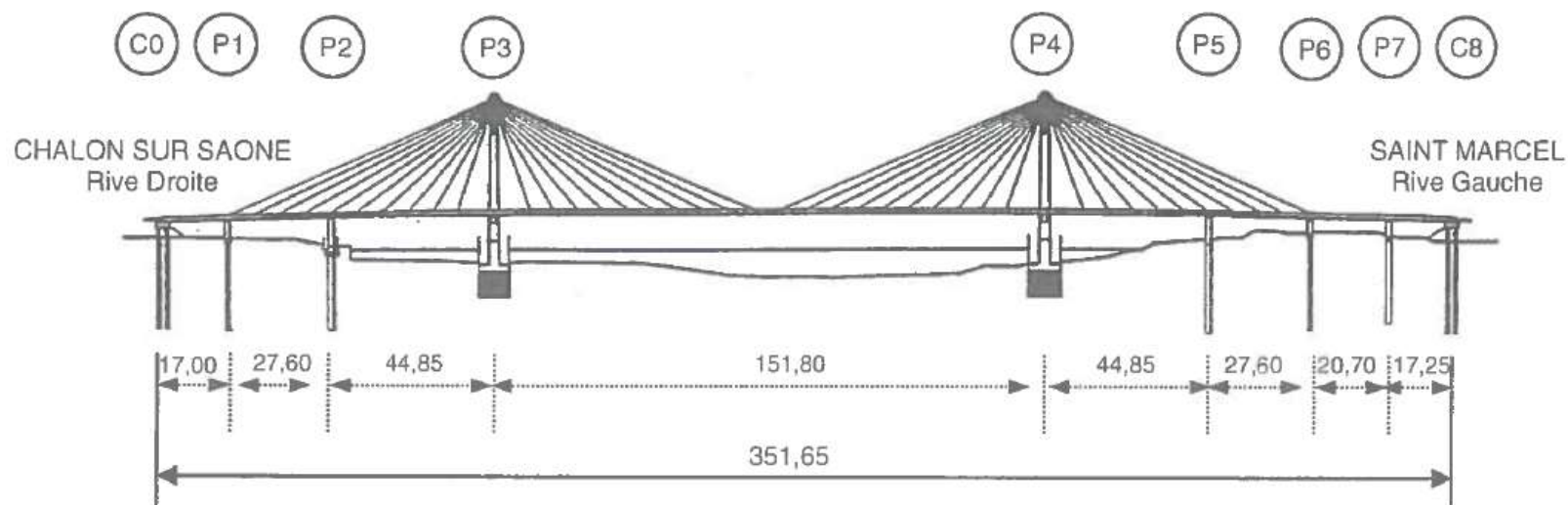
Merci de votre attention

Problématique rencontrée après construction

Par : Cyril BOURGEOIS – Département de Saône-et-Loire

Présentation de l'ouvrage

- Construit de 1990 à 1992
- Tablier béton précontraint
- Boîte métallique pour ancrage des haubans sur les pylônes
- Haubans : 10 à 19 T15S



Problématique

- Des désordres révélés lors de l'inspection détaillée de 1998 (6 ans de fonctionnement) :



- Capot d'ancrage des haubans en sous face : défaut d'étanchéité évident

Problématique

- Des désordres révélés lors de l'inspection détaillée de 1998 (6 ans de fonctionnement) :



- Fissuration importante sur l'embase des pylônes P3 et P4

Suites données

- Expertise et contentieux engagés compte tenu de l'âge de l'ouvrage :
 - Sur les infiltrations des haubans : pas de désordres visibles constatés, confirmés par un démontage de 6 torons en 2006
 - Sur les pylônes : expertises liées à « l'apprentissage » du phénomène de RSI
 - 2009 : Jugement du tribunal : aucune responsabilité retenue contre l'entreprise (Léon Grosse) et le MOE (DDE). Pas de réparations urgentes.

Suites données

- 2015 : décision de mener des réparations de confortement pour pérenniser l'ouvrage :
 - 2016 – 2019 : mission de MOE : auscultations, surveillance, diagnostic et projets de réparation
 - 2019 : lancement et attribution du marché de travaux de réparation des haubans
 - Avril à Octobre 2020 : réparations des haubans
 - 2021 : réparation des pylônes

Les acteurs

- Maître d'Ouvrage : département de Saône-et-Loire



- Maître d'Œuvre : groupement



ARCADIS



SIXENSE

- Entreprise de réparation des haubans :



Présentation des investigations réalisées sur les haubans

Par : Jean-Michel ODIN – Arcadis

Maîtrise d'œuvre

Missions :

- Diagnostic (DIAG)
- Surveillance des haubans jusqu'à l'année précédant les travaux
- Avant-Projet (AVP)
- Projet (PRO)
- Assistance pour la passation des contrats de travaux (ACT)
- Examen de la conformité (VISA)
- Direction de l'exécution des travaux (DET)
- Assistance lors des opérations de réception (AOR)

Système de haubanage existant

- Multi-torons parallèles (système Freyssinet)
- Torons type T15S galvanisés – cirés – individuellement gainés par PEHD extrudé
- Absence de gaine générale



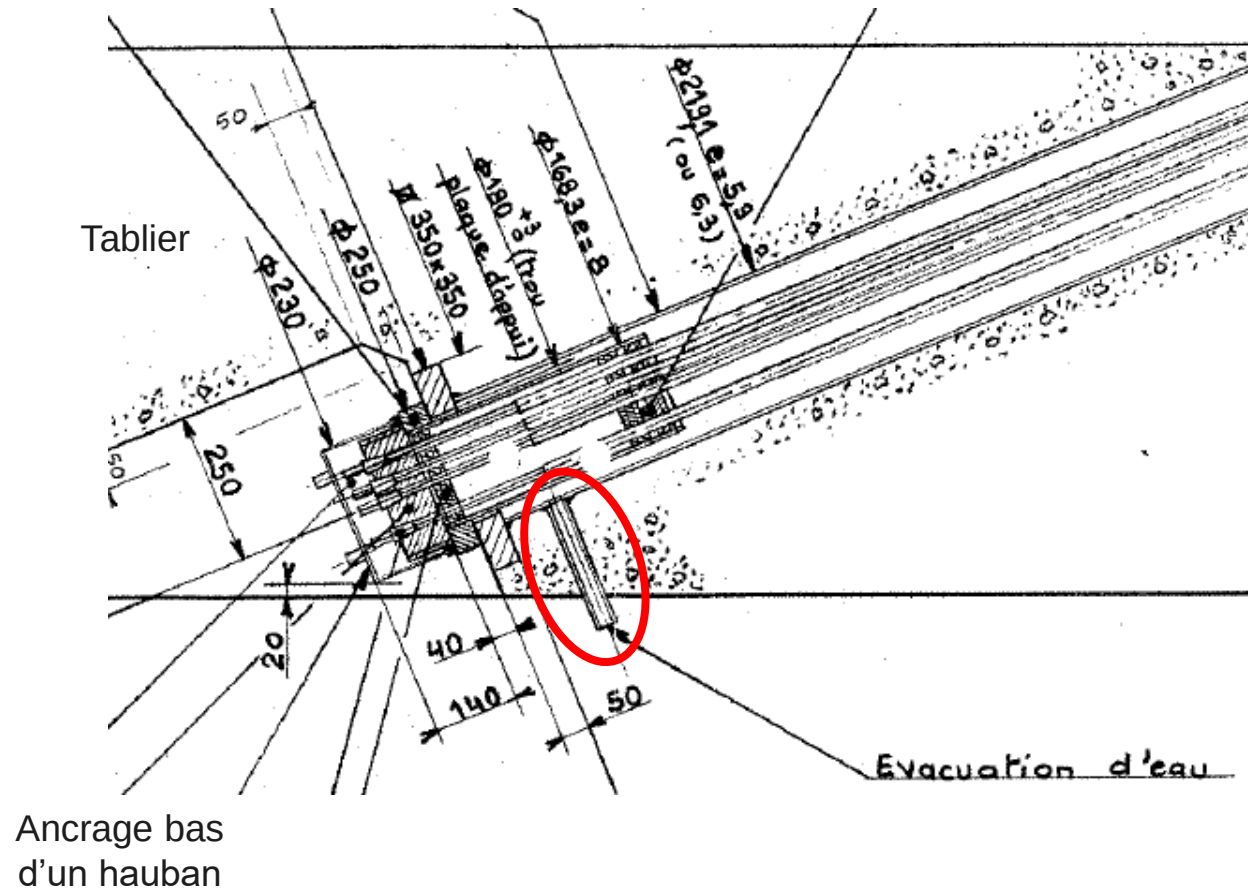
Systeme de haubanage existant

- Tube anti-vandalisme en PEHD



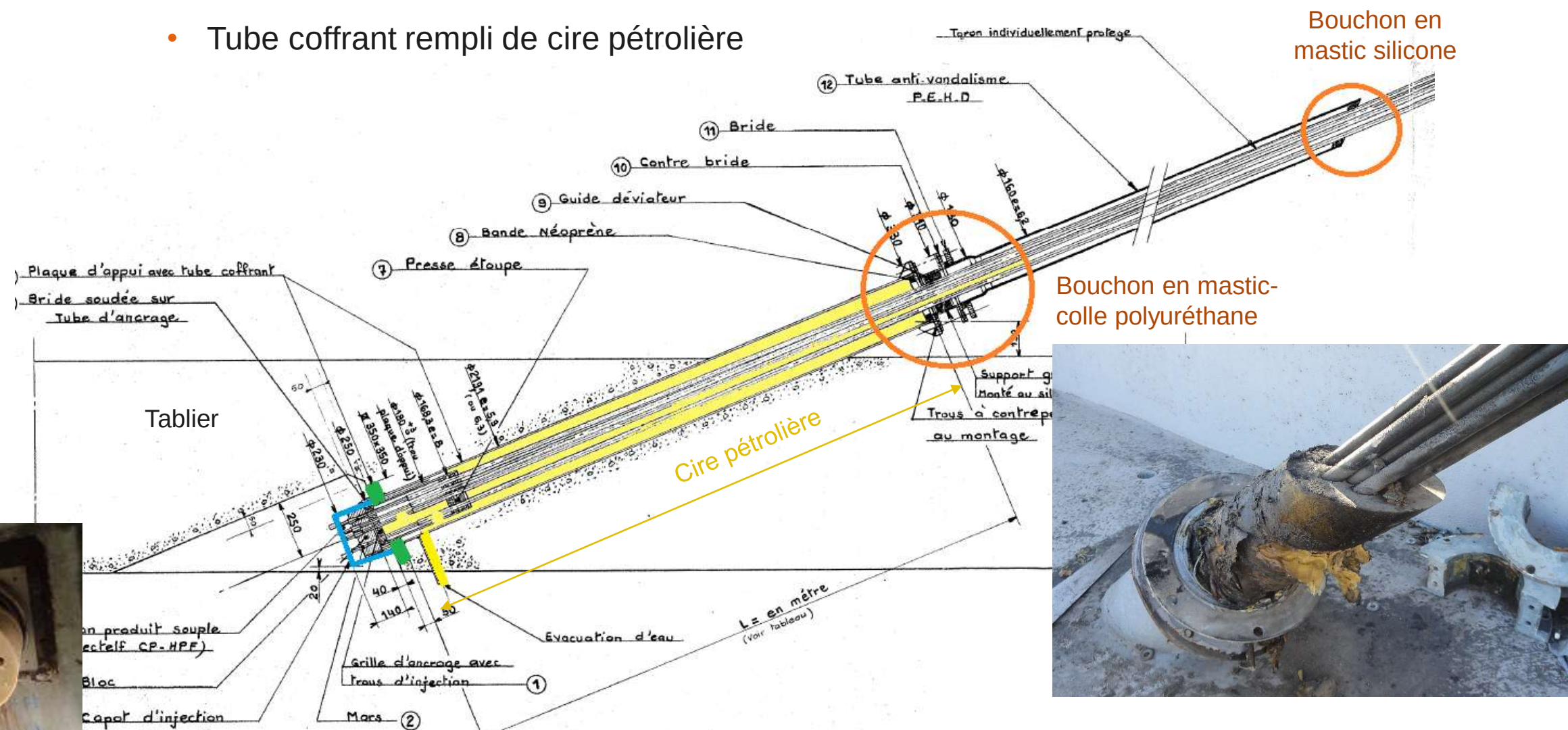
Systeme de haubanage existant

- Pipette d'évacuation de l'eau en partie basse prévue sur les plans mais pas mise en œuvre à la construction :



Système de haubanage existant

- Tube coffrant rempli de cire pétrolière



Contenu de la mission de surveillance des haubans

- 1 {
 - Contrôle visuel des haubans (sans moyen d'accès particulier) : 4 fois par an
 - Inspection détaillée des haubans (à l'aide du nacelle sur PL) : 1 fois par an
- 2 {
 - Examen des ancrages bas et prélèvement d'eau (après démontage des capots et décirage) : 2 campagnes à 1 an d'intervalle
 - Quantification du degré de corrosion des ancrages bas des haubans (mesures UScan®) : 2 campagnes à 1 an d'intervalle
- 3 {
 - Levé topographique du tablier (12 fois par an)
 - Mesure de la tension des haubans : 2 campagnes à 1 an d'intervalle

1. Contrôle visuel / inspection haubans

- Nombreuses réparations déjà réalisées par le passé



- Nombreuses coulures de cire ponctuelles sur les gaines PEHD des torons ainsi que quelques coupures ou blessures de la gaine



1. Contrôle visuel / inspection haubans

- Ecoulement de cire en point haut des ancrages inférieurs



- Corrosion de la boulonnerie des compacteurs haut



2. Examen des ancrages bas

- Oxydation généralisée des plaques d'ancrage en acier
- Etat général satisfaisant des capots de protection
- Uniquement quelques points de corrosion sur des torons sur 2 ancrages



2. Examen des ancrages bas

- Ecoulement d'eau à l'ouverture du capot et pendant parfois plusieurs jours



2. Examen des ancrages bas

- Analyse de la composition de l'eau recueillie à l'ouverture des capots : mesure du pH et dosage en ions Zn, Fe, Cl⁻ et SO₄²⁻.
- Très grande variabilité d'un ancrage à l'autre et d'une année à l'autre sur le même ancrage
- Impossible de connaître l'origine des ions Zn et Fe, l'eau ayant été en contact avec beaucoup d'éléments métalliques

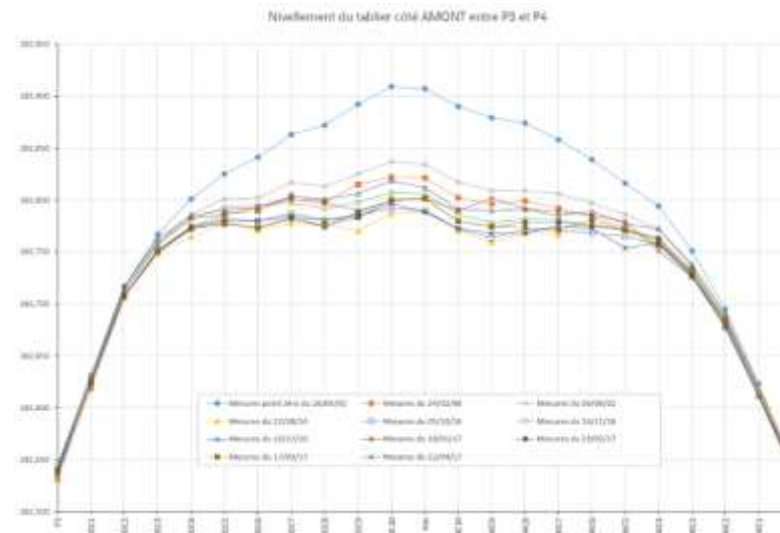
2. Mesures UScan® des ancrages bas

- Principe de réflectométrie ultrasonore
- Aucun fil rompu n'a été détecté parmi les 1631 fils testés (19.4 % de fils testés sur les ancrages bas)



3. Suivi topo du tablier

- On constate des variations à chaque levé principalement dû aux effets de température (variation globale et surtout gradient thermique hauban/structure) :



- Evolution depuis le point 0 de mai 1992 :
 - Evolution 1992 – 2002 : flèche de 70 à 80 mm à mi-portée
 - Evolution 1992 – 2017 : flèche totale d'environ 110 mm à mi-portée
 - Evolution attendue dans les études d'exécution : 50 mm après 50 ans

3. Mesures de tension des haubans

- Base de référence : mesures de 1992 réalisées au vérin
 - 2016 et 2017 : mesures de tension par méthode vibratoire
 - Ecart constaté par rapport aux mesures de 1992 : jusqu'à 10% environ
 - Ecart attendu dans les calculs d'exécution : moins de 2% après 50 ans
- ⇒ Bien qu'au-delà des valeurs attendues (tension et flèche du tablier), il n'est pas détecté de comportement anormal des haubans
- ⇒ Le recalcul de l'ouvrage a confirmé que les contraintes dans les haubans, le tablier et les pylônes étaient satisfaisantes malgré les écarts par rapport aux études d'exécution

Synthèse des investigations

- Ancrages bas :
 - présence d'eau dans les ancrages
 - oxydation des plaques d'ancrage
 - corrosion ponctuelle des torons constatée sur 2 ancrages
 - corrosion ponctuelle des blocs constatée sur 3 ancrages
 - aucun fil rompu détecté (1/5^e des fils testés)
- Partie visible des haubans entre ancrages :
 - nombreuses coupures des gaines des torons avec coulures de cire
 - coulures d'eau et de cire depuis les tubes anti-vandalisme

Bilan pour le projet de réparation

- Comportement globalement satisfaisant de l'ouvrage
- Problématiques principales :
 - Circulation et stagnation d'eau dans les ancrages bas avec formation de points de corrosion
 - Dégradation de certaines parties des gaines des torons en partie courante
- Evolution des désordres :
 - Apparition depuis 2005/2012 de nombreuses coupures des gaines des torons avec coulures de cire => désordres évolutifs

Les solutions de réparations des haubans

Par : Stéphane LAURAND – Arcadis

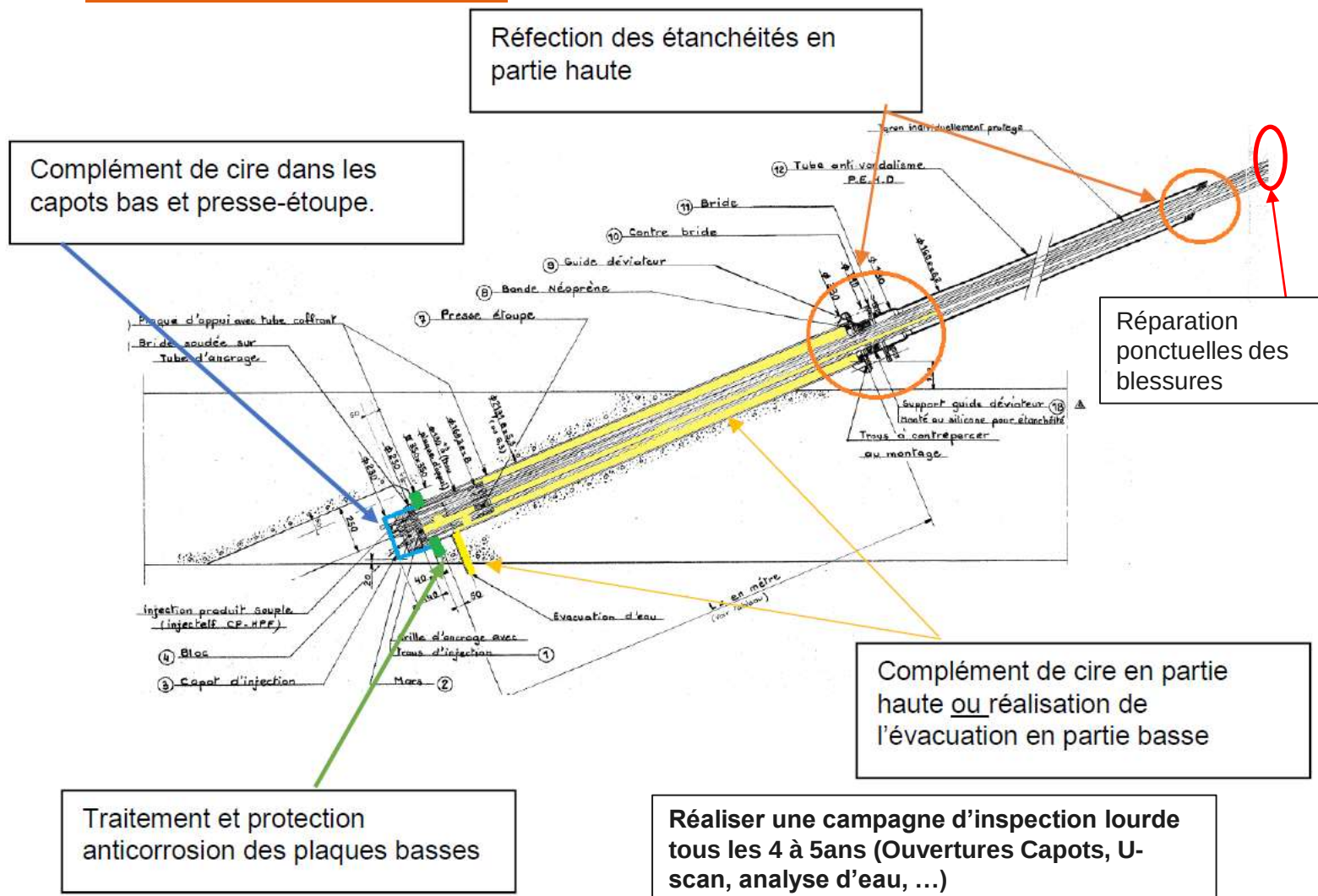
3 scénarios différents envisagés en AVP et PRO

- Chaque scénario devant permettre de :
 - Remédier à l'altération des gaines courantes,
 - Remédier au problème des venues d'eau dans les ancrages bas,
 - Préserver les capots et les plaques d'ancrages de la corrosion,
- Les réparations ne nécessitent en revanche pas de retension ou de modification de torons dans les haubans,

3 scénarios différents envisagés en AVP et PRO

- Différencier les solutions sur la base d'une analyse multicritère et des critères suivants :
 - Pertinence technique de la réponse,
 - Coût,
 - Durabilité,
 - Gêne à l'usager,
 - Risque et opportunité pour le maître d'ouvrage

Solution A : Surveillance



Objectif : réaliser le minimum de réparations ponctuelles sur les zones dégradées pour « attendre » la fin de durée de vie des haubans (fourchette basse) (40/50ans = 2032)



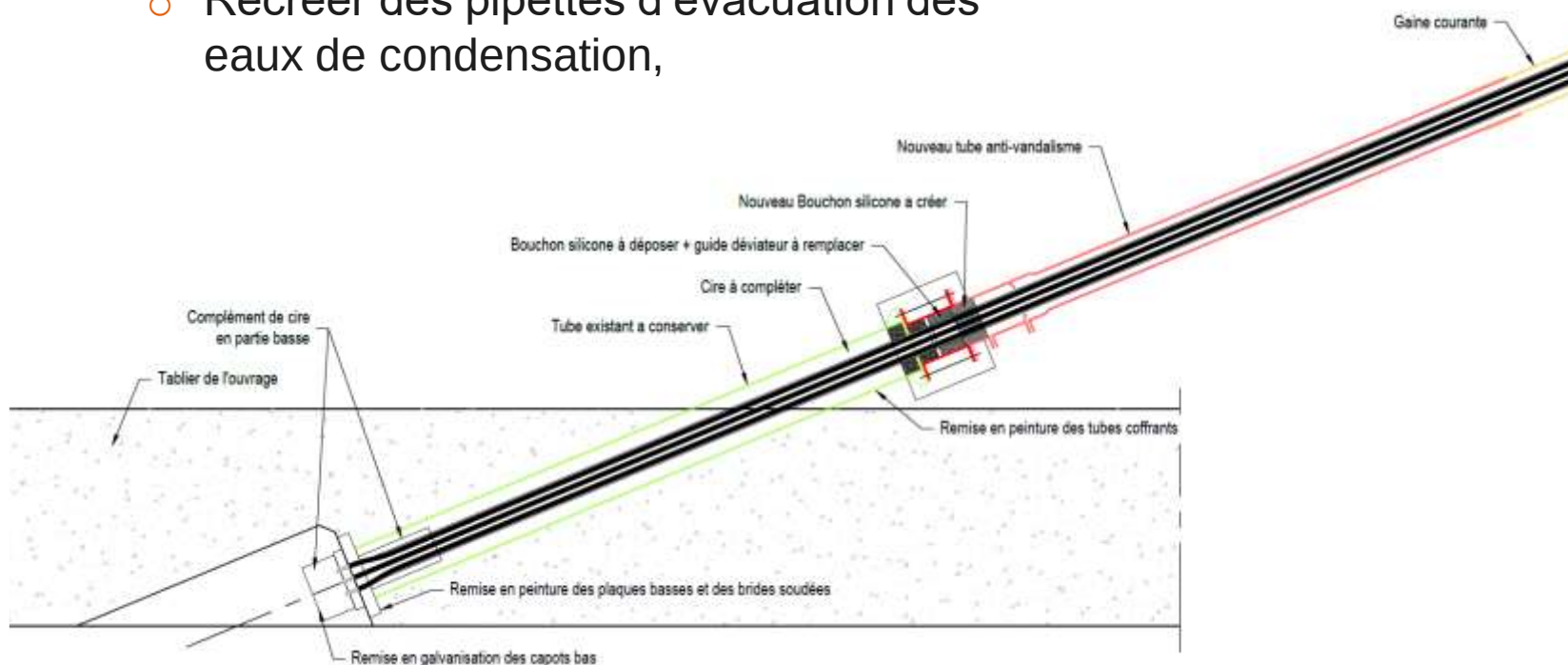
Solution A : Surveillance

	<u>Solution A</u> Surveillance	<u>Solution B</u> Gaine Générale	<u>Solution C</u> Remplacement
<u>Coût</u>	1 M€ +		
<u>Technique</u> Réponse aux risques du §4.4	Gains altérées : = Eaux Ancrages bas : - Anticorrosion des éléments extérieurs : =		
<u>Durabilité</u>	12 ans =		
<u>Interface</u> <u>circulation</u>	2 semaines de circulation alternées tous les deux ans. <u>une</u> 3ème semaine tous les 4 ans. Interface VNF =		
<u>Risque et</u> <u>opportunité</u>	Risque de dérive financière de la solution si la détérioration des gaines s'accélère - Risque de durée de vie résiduelle raccourcie si la détérioration des gaines s'accélère. -		



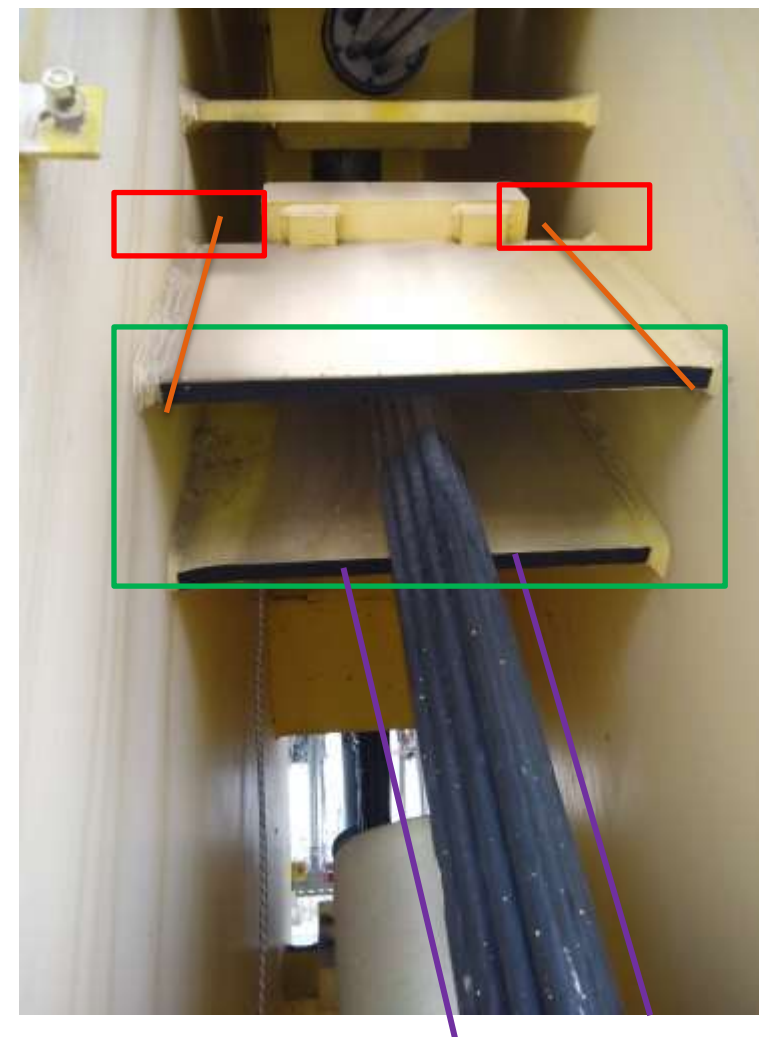
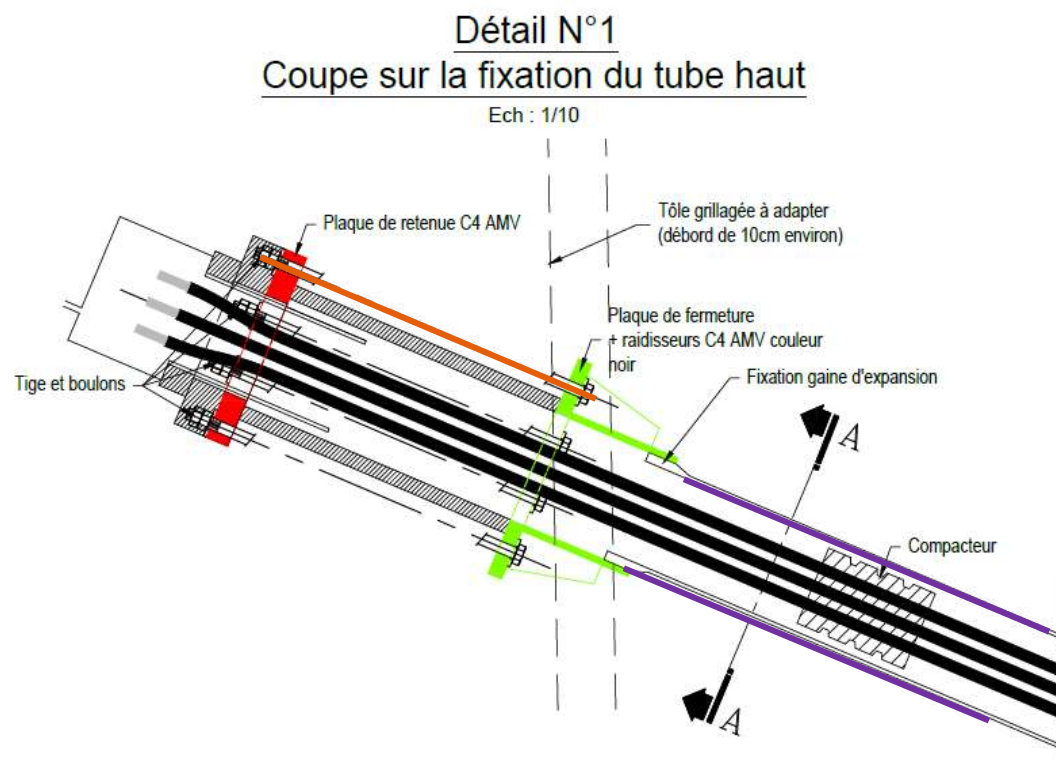
Solution B : Gainage général

- Mise en œuvre d'une gaine générale :
 - Protège les gaines individuelles,
 - Par « tuilage » supprimer les venues d'eau en point bas,
 - Recréer des pipettes d'évacuation des eaux de condensation,



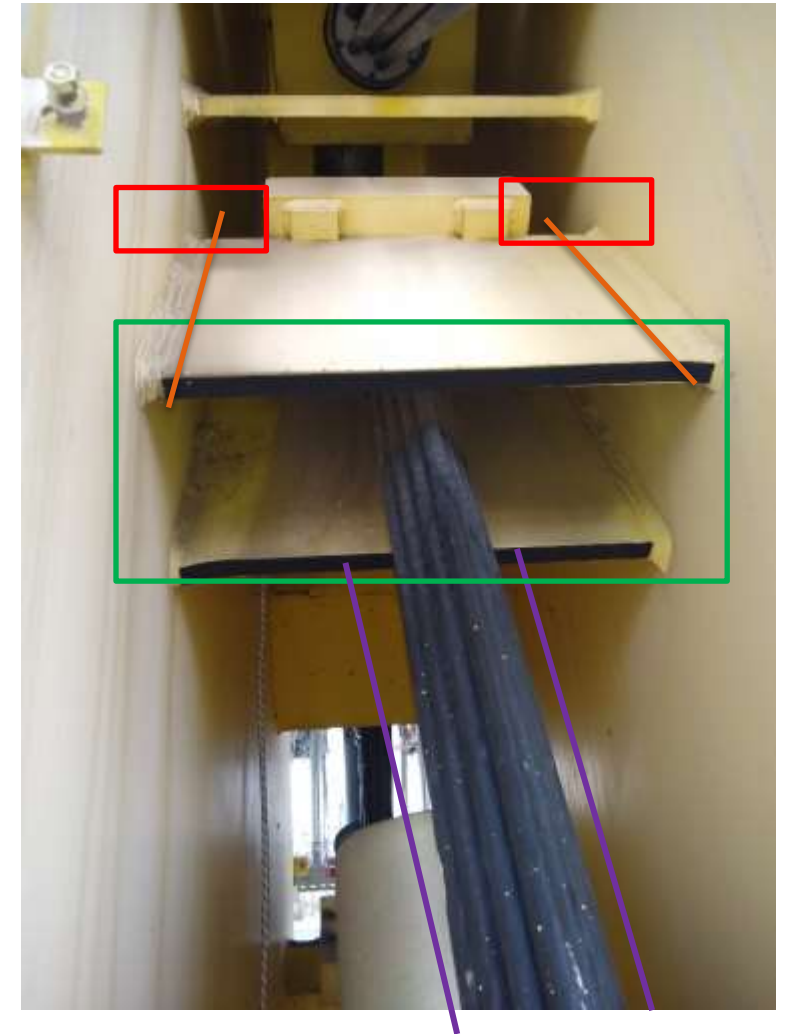
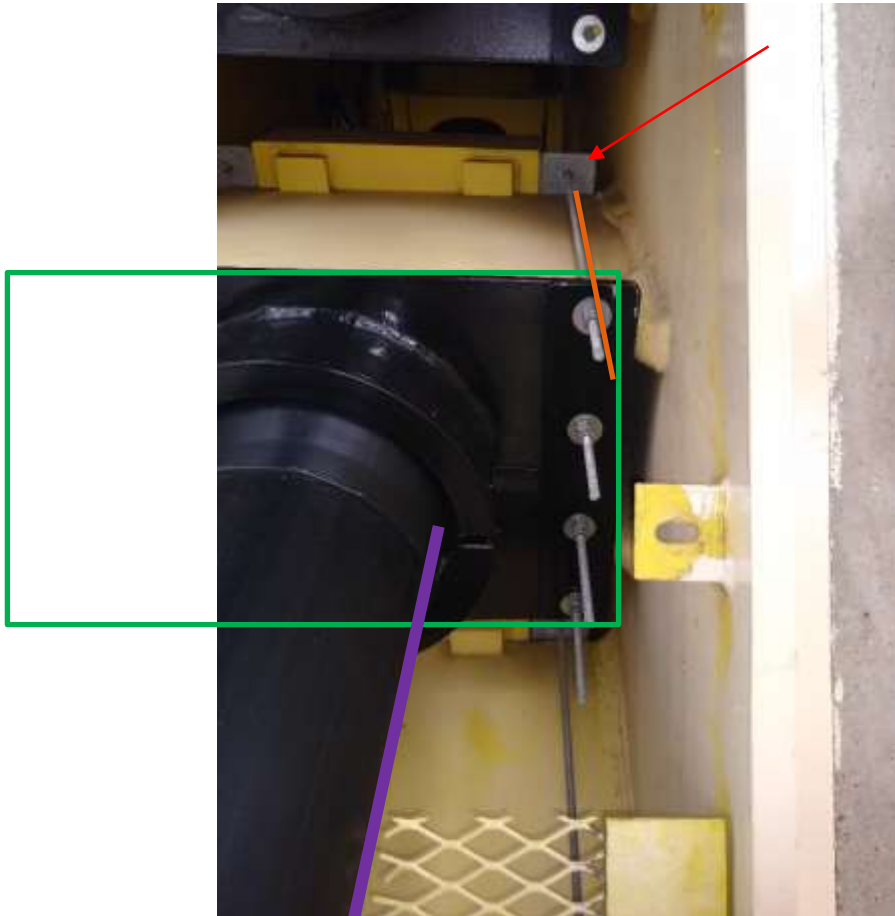
Solution B : Gainage général

En partie haute : création d'une bride d'ancrage et d'un tube d'extension :



Solution B : Gainage général

En partie haute : création d'une bride d'ancrage et d'un tube d'extension :



Solution B : Gainage général

	<u>Solution A</u> Surveillance	<u>Solution B</u> Gainé Générale	<u>Solution C</u> Remplacement
<u>Coût</u>		1,5 M€ +	
<u>Technique</u> Réponse aux risques du §4.4		Gains altérées : + Eaux Ancrages bas : + Anticorrosion des éléments extérieurs : =	
<u>Durabilité</u>		12 ans < d < 24ans =	
<u>Interface circulation</u>		2 à 3 mois de circulation alternée sur l'année des <u>travaux</u> Deux semaines de coupure totale. -	
<u>Risque et opportunité</u>		Possibilité de prolonger la durée de vie résiduelle au- delà de 12 ans (de l'ordre de 12 ans supplémentaires) si l'évolution de la corrosion des ancrages bas se maintient à un niveau faible et à une évolution lente +	

Solution C : Remplacement du système de haubanage

Objectif : mettre en œuvre un nouveau système permettant de ne pas avoir de travaux significatif sur le système de haubanage pendant 50 ans et une nouvelle durée de vie de 100 ans.

- Ne garder que les tubes coffrant,
- Remplacer les torons, gaines individuelles et mettre une gaine générale,
- Remplacer les organes d'ancrages aujourd'hui inaccessible,

Solution C : Remplacement du système de haubanage

	<u>Solution A</u> Surveillance	<u>Solution B</u> Gaine Générale	<u>Solution C</u> Remplacement
<u>Coût</u>			> 3 M€ -
<u>Technique</u> Réponse aux risques du §4.4			Gaines altérées : + Eaux Ancrages bas : + Anticorrosion des éléments extérieurs : +
<u>Durabilité</u>			50 à 100 ans +
<u>Interface circulation</u>			12 à 18 mois de circulation <u>alternée sur</u> l'année. - Deux semaines de coupure totale. -
<u>Risque et opportunité</u>			Pas de risques ou opportunité associé =

Bilan et comparaison

	Solution A Surveillance	Solution B Gaine Générale	Solution C Remplacement
Coût	1 M€ +	1,5 M€ +	> 3 M€ -
Technique Réponse aux risques du §4.4	Gaines altérées : = Eaux Ancrages bas : - Anticorrosion des éléments extérieurs : =	Gaines altérées : + Eaux Ancrages bas : + Anticorrosion des éléments extérieurs : =	Gaines altérées : + Eaux Ancrages bas : + Anticorrosion des éléments extérieurs : +
Durabilité	12 ans =	12 ans < d < 24ans =	50 à 100 ans +
Interface circulation	2 semaines de circulation alternées tous les deux ans. <u>une</u> 3ème semaine tous les 4 ans. Interface VNF =	2 à 3 mois de circulation alternée sur l'année des <u>travaux</u> Deux semaines de coupure totale. -	12 à 18 mois de circulation <u>alternée sur</u> l'année. Deux semaines de coupure totale. - -
Risque et opportunité	Risque de dérive financière de la solution si la détérioration des gaines s'accélère - Risque de durée de vie résiduelle raccourcie si la détérioration des gaines s'accélère. -	Possibilité de prolonger la durée de vie résiduelle au- delà de 12 ans (de l'ordre de 12 ans supplémentaires) si l'évolution de la corrosion des ancrages bas se maintient à un niveau faible et à une évolution lente +	Pas de risques ou opportunité associé =

Passation du marché de travaux

Contraintes techniques imposées aux entreprises :

- Le respect du guide sur les haubans de 2001, pour la qualité des matériaux, les contrôles, les objectifs de conception, ...



Haubans

Recommandations de la commission
interministérielle de la précontrainte

novembre 2001

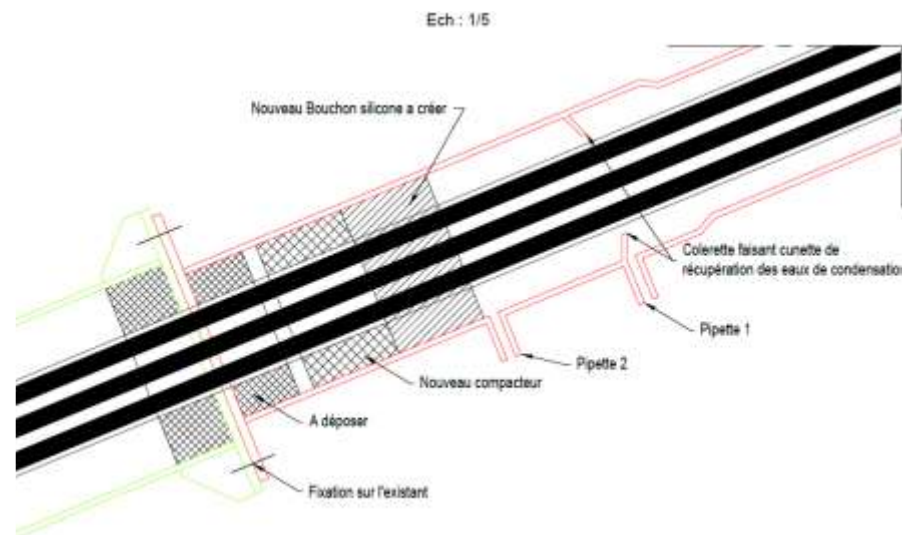
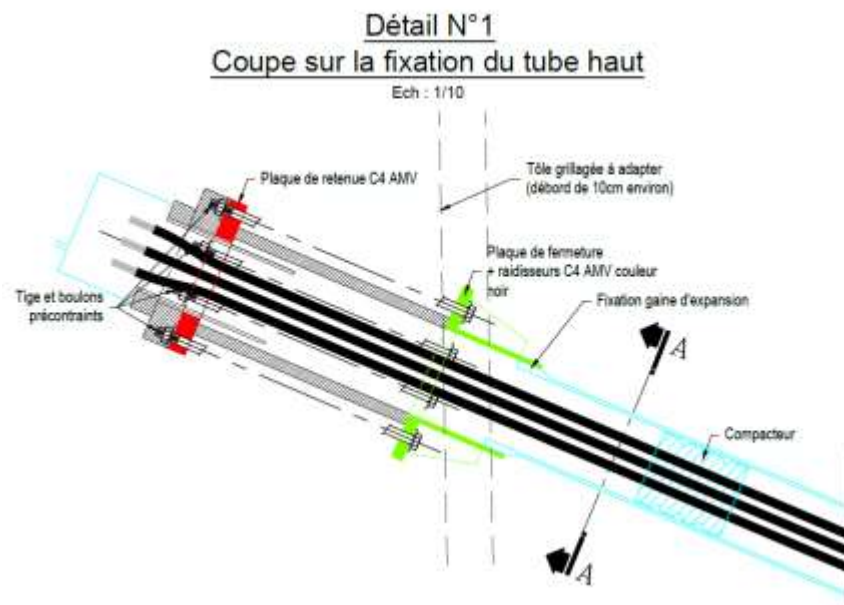
Setra

Document diffusé par le Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes
Centre des Techniques des Ouvrages d'Art
95, avenue André Aron - BP 100 - 52225 MONTBELLARD CÉDEX - France
Tél. 01 46 11 11 33 - Fax 01 46 11 21 99 - setra@setra.fr

Passation du marché de travaux

Contraintes techniques imposées aux entreprises :

- Un système de bride en partie haute sur le tube de dilatation, avec possibilité de variante (non soudé / *types de matériaux*)
- l'évacuation des eaux de ruissellement en partie basse, l'AVP, la gaine, le matériaux PEHD,

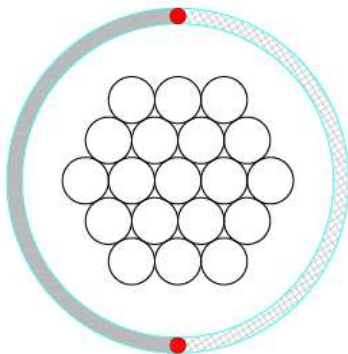


Passation du marché de travaux

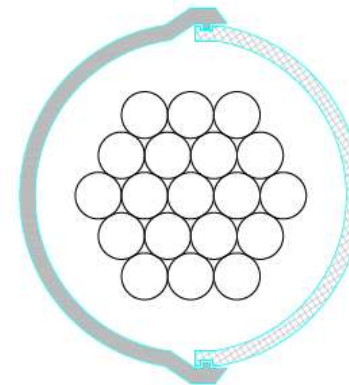
Libertés techniques :

- Les méthodes de mises en œuvre de la gaine générale,
- Leur assemblage longitudinal et transversal,

Coupe de principe sur gaine PEHD
Type thermo-soudée
Ech : 1/2



Coupe de principe sur gaine PEHD
Type clippée
Ech : 1/2



Passation du marché de travaux

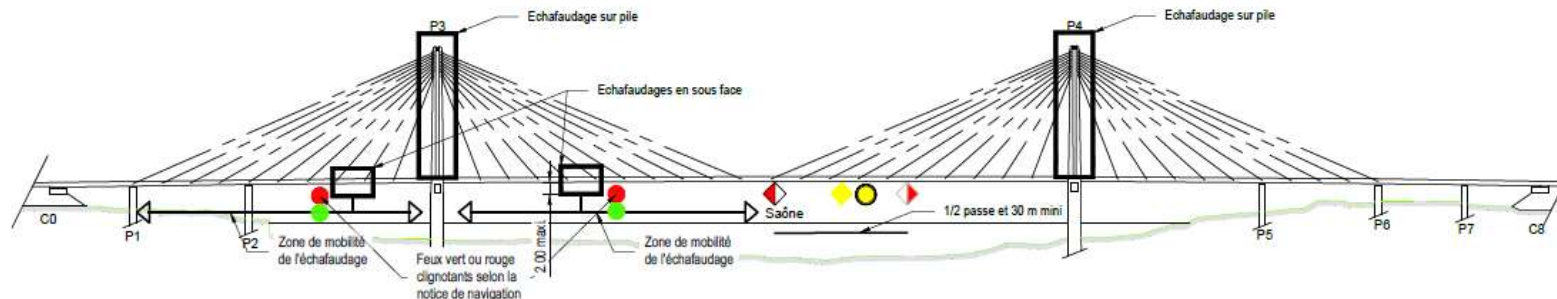
Contraintes organisationnelles imposées aux entreprises :

- Le respect des passes navigables (par demie passe navigable = 1 nappe)

Exemple de travaux en rive droite

Elévation

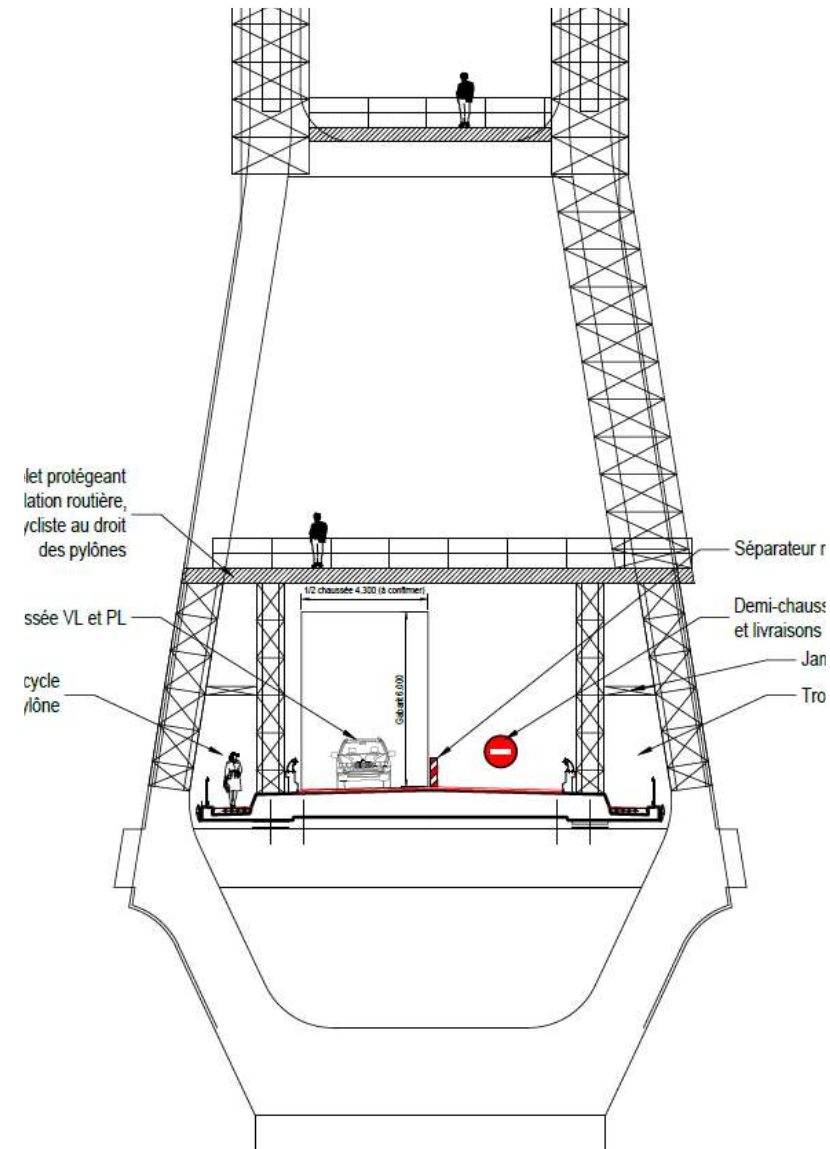
Ech : 1/1000



Passation du marché de travaux

Contraintes organisationnelles imposées aux entreprises :

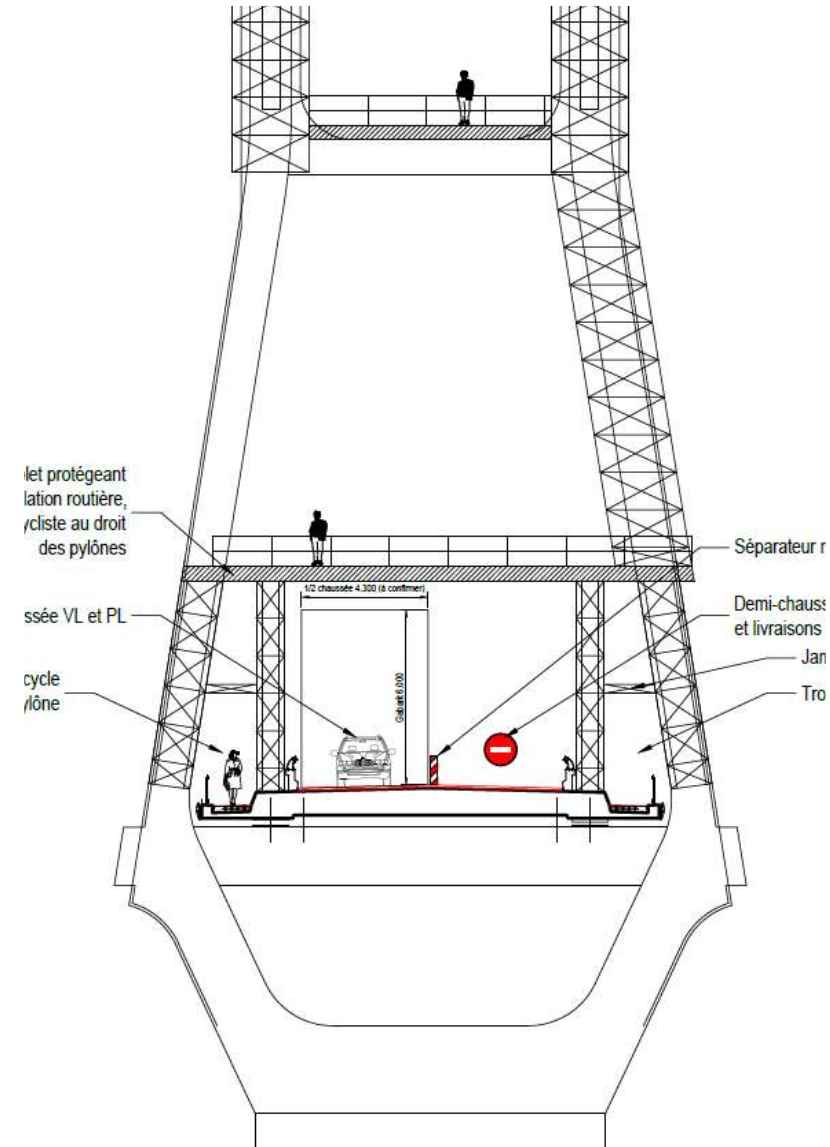
- 2+1 = 3 semaines de coupures pour mettre en œuvre les platelages d'accès (échafaudages imposés au titre de la sécurité et de la qualité)



Passation du marché de travaux

Contraintes organisationnelles imposées aux entreprises :

- 2+1 = 3 semaines de coupures pour mettre en œuvre les platelages d'accès (échafaudages imposés au titre de la sécurité et de la qualité)
- Des travaux en circulation alternée (l'entreprise disposant d'une voie de circulation et d'un trottoir).



Passation du marché de travaux

- Marché classique : avec 1 seul lot de travaux (y compris pour les accès et le balisage),
- Variante possible sur le système d'ancrage haut,
- Durée de la consultation : 3 mois
- Durée de période de préparation : 3 mois
- Durée des travaux : entre 190j et 250j (associé à une note sur la durée)

Les travaux de réparations des haubans

Par : Jean-Claude PADOX – Freyssinet

LE PLANNING DES TRAVAUX

- **Période de préparation pendant confinement COVID. Janvier / Avril 2020**
- **Démarrage des travaux en période de confinement :**
 - Installation de chantier et signalisation : Avril 2020
 - Mise en place des moyens d'accès : Mai 2020 (dont 15 jours sous coupure totale)
- **Deux phases principales de travaux :**
 - Amont : de fin Mai à début Août 2020.
 - Aval : de début Août à début Octobre 2020.
- **Démontage des accès et repli du chantier :**
 - Octobre 2020

LE PLANNING DES TRAVAUX

- **Chaque phase (Amont /Aval) comprenant les travaux suivants :**
 - Réparation des gaines individuelles des torons
 - Travaux préparatoires :
 - + Dépose des tubes AVT existant , tubes guides et déviateurs
 - + Décirage des tubes coffrant et ancrages
 - + Repose capots bas et réinjection à la cire
 - Préfabrication des gaines en demi coquilles
 - Mise en œuvre des gaines en demi coquilles
 - Remise en peinture des tubes coffrant
 - Installation des équipements bas : Déviateurs, presse-étoupes rapportés
 - Installation des équipements hauts (Pylône) : Connexions gaines / ancrages hauts

LES CONDITIONS DE REALISATION

- **Mise en œuvre des moyens d'accès :**
 - Sous coupure totale de circulation
- **Travaux par nappe de haubans :**
 - Amont puis Aval
- **Une voie de circulation conservée pendant les travaux :**
 - Sens St Marcel / Chalon sur Saône
- **Un gabarit de circulation fluviale à conserver :**
 - Prévisions des changements de position du couloir de navigation à anticiper

LES MOYENS D'ACCES

- **Moyens d'accès aux pylônes :**
 - Echafaudage fixe avec portique de sécurisation au dessus de la voie



LES MOYENS D'ACCES

- **Moyens d'accès aux pylônes :**
- Echafaudage fixe avec portique de sécurisation au dessus de la voie

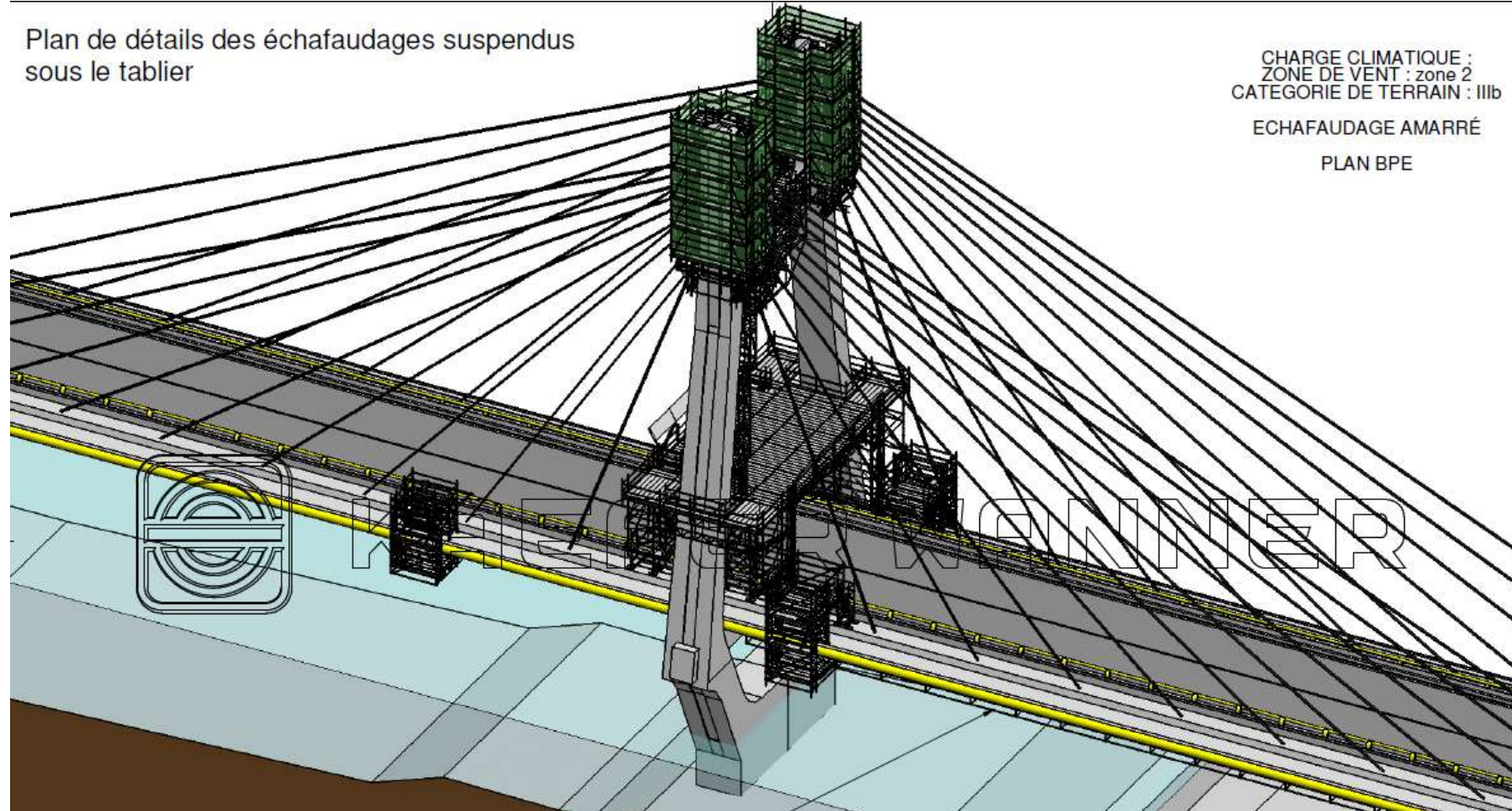


LES MOYENS D'ACCES

- **Moyens d'accès aux sous faces de tablier :**

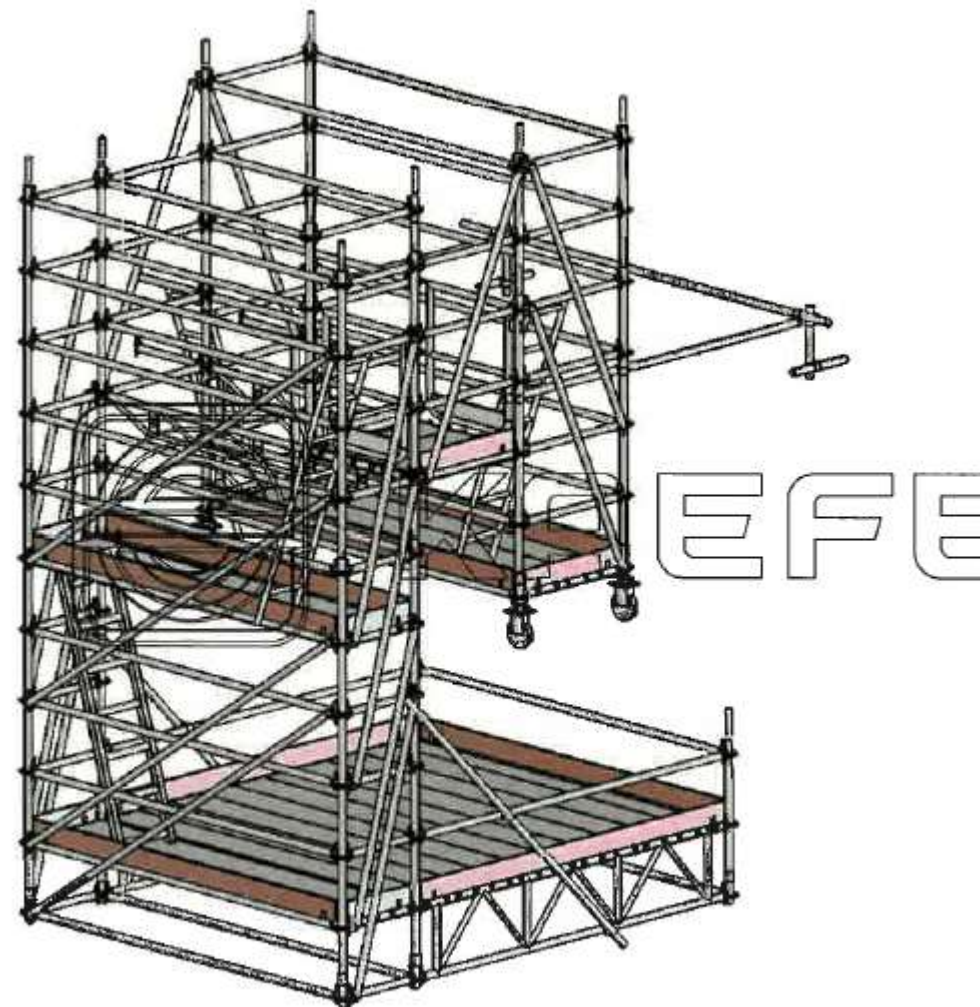
- Echafaudage roulant en encorbellement pour la travée centrale.
- Echafaudage fixe fixé en sous face pour les travées de rive au dessus de l'eau.

Plan de détails des échafaudages suspendus sous le tablier



LES MOYENS D'ACCES

- **Moyens d'accès aux sous faces de tablier :**
- Echafaudage roulant en encorbellement pour la travée centrale.



LES MOYENS D'ACCES

- **Moyens d'accès aux sous faces de tablier :**
 - Echafaudage fixe fixé en sous face pour les travées de rive au dessus de l'eau.

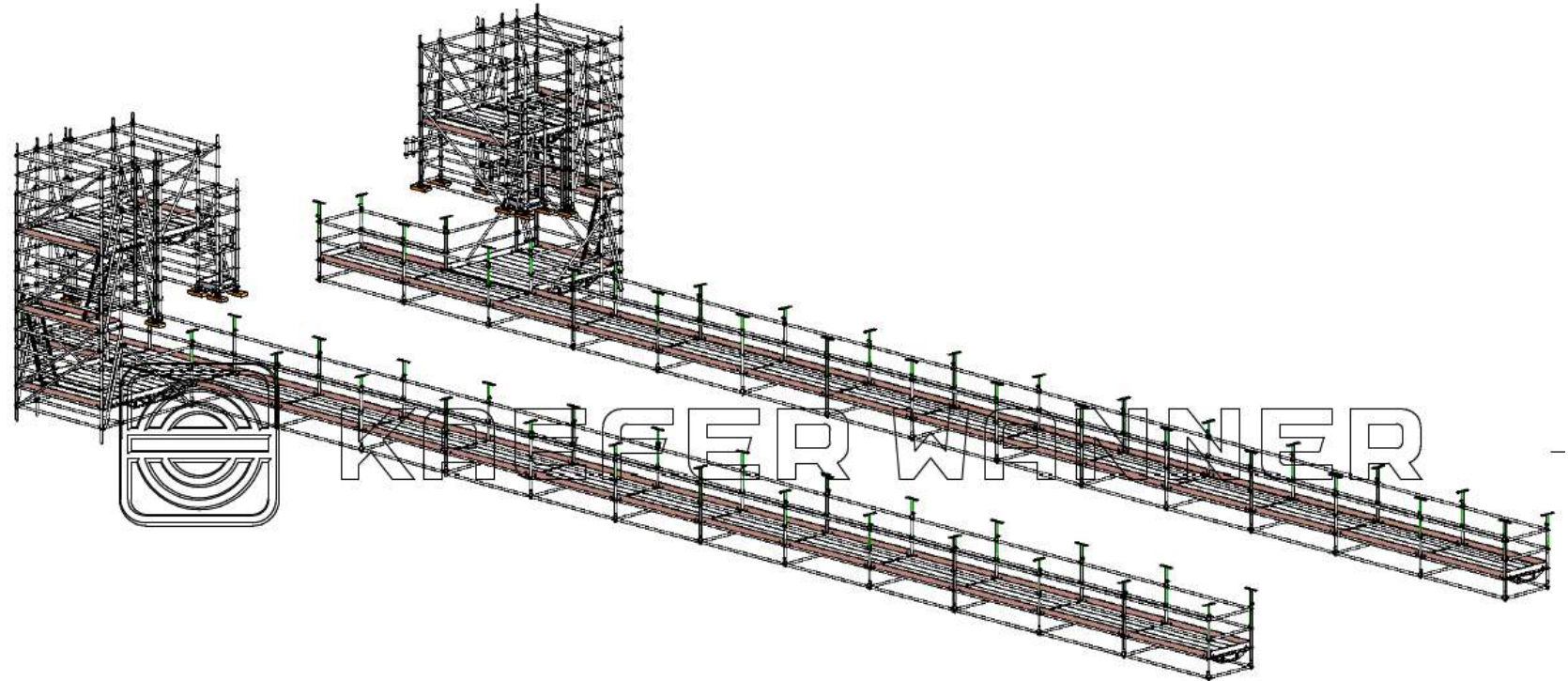


LES MOYENS D'ACCES

- **Moyens d'accès aux sous faces de tablier :**

Echafaudages suspendus sous le tablier + Accès au dessus de tablier au niveau des pylônes

- Echafaudage fixe fixé en sous face pour les travées de rive au dessus de l'eau.



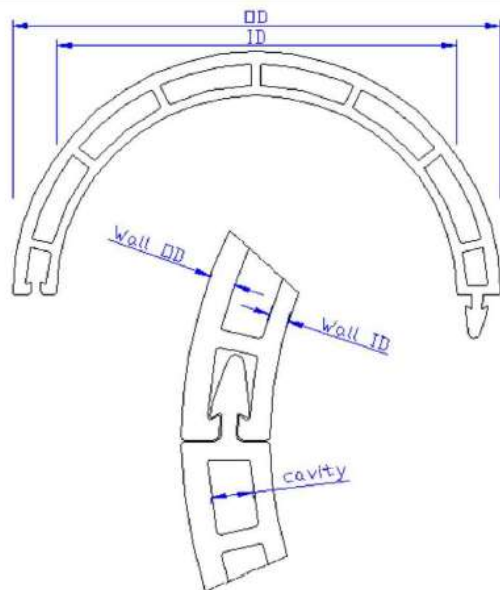
LES MOYENS D'ACCES

- **Moyens d'accès aux sous faces de tablier :**
 - Par nacelle positive pour les travées de rive au dessus des berges



LES GAINES EN DEMI COQUILLE

- Choix du modèle clipsable :



OD	ID	Wall OD	Cavity	Wall ID
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
90	62	4	7	3
110	82	4	7	3
125	97	4	7	3
140	112	4	7	3
160 ¹⁾	132	4	7	3
180	152	4	7	3
200 ¹⁾	172	4	7	3
225 ¹⁾	195	5	6	4
250	220	5	6	4
280	250	5	6	4
315	285	5	6	4
355	325	5	6	4
400	370	5	6	4

¹⁾ Currently available



LES ETAPES DES TRAVAUX

- Réparation des gaines de torons individuels
- Travaux effectués à la nacelle



LES ETAPES DES TRAVAUX

- **Travaux préparatoires**

Dépose des Tubes AVT existants

Dépose des tubes guides et des déviateurs

Dépose des capots d'ancrages bas

Décirage des ancrages bas et des tubes coffrant

Repose des capots d'ancrage bas et réinjection à la cire pétrolière

Remise en peinture des tubes coffrant



LES ETAPES DES TRAVAUX

- Préfabrication des gaines générales en demi-coquilles
- Vue générale du poste de préfabrication et de stockage



LES ETAPES DES TRAVAUX

- **Préfabrication des gaines générales en demi-coquilles**
- Vue générale du poste de préfabrication et de stockage



LES ETAPES DES TRAVAUX

- Préfabrication des gaines générales en demi-coquilles
- Soudure de l'élément d'extrémité sur le premier tronçon de 6 mètres



LES ETAPES DES TRAVAUX

- Préfabrication des gaines générales en demi-coquilles
- Soudure des tronçons courants



LES ETAPES DES TRAVAUX

- La mise en œuvre des gaines en demi-coquilles
- Vue de la gaine stockée prête à être mise en place sur le hauban



LES ETAPES DES TRAVAUX

- La mise en œuvre des gaines en demi-coquilles
- Vue du dispositif de traction de la gaine



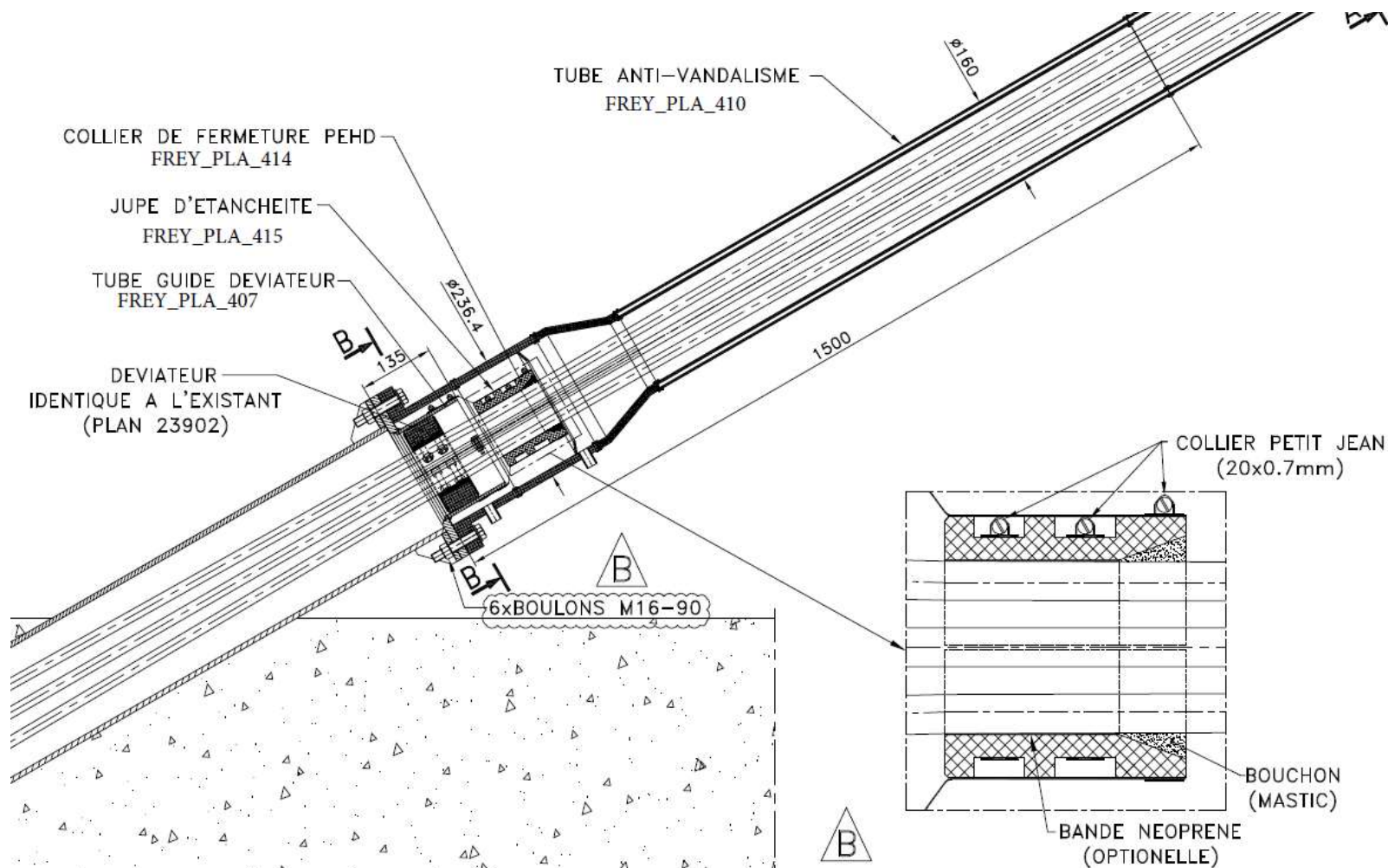
LES ETAPES DES TRAVAUX

- La mise en œuvre des gaines en demi-coquilles
- Vue du poste de clipsage de la gaine



LES ETAPES DES TRAVAUX

- Les équipements en partie basse (tablier)



LES ETAPES DES TRAVAUX

- Les équipements en partie basse (tablier)



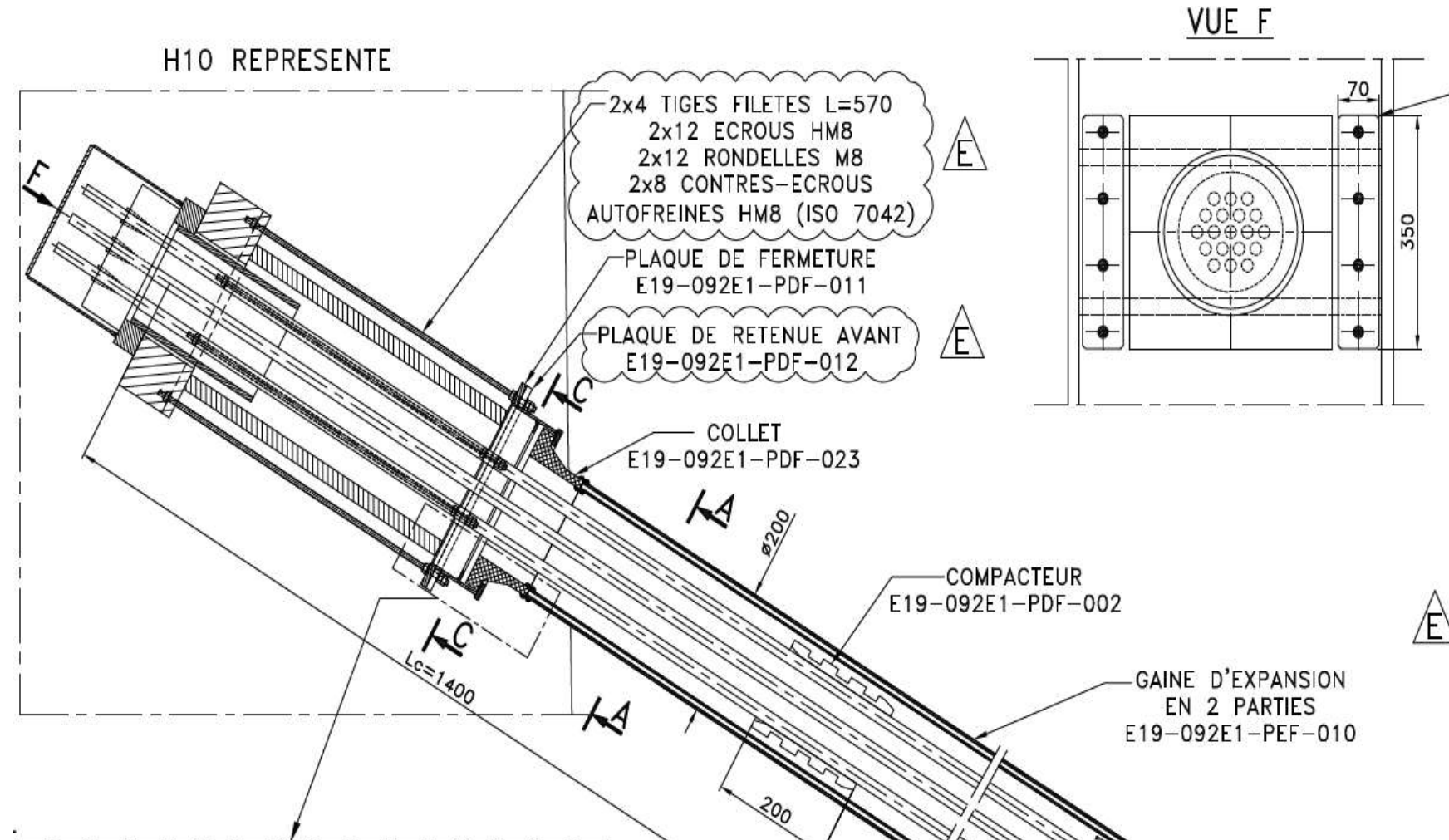
LES ETAPES DES TRAVAUX

- Les équipements en partie basse (tablier)



LES ETAPES DES TRAVAUX

- Les équipements en partie haute (Pylône)
- Connexion de la gaine générale à l'ancrage haut :
 - Compacteur
 - Collet (soudé en préfa)
 - Plaque de retenue
 - Plaque de fermeture
 - Tiges filetées



LES ETAPES DES TRAVAUX

- Les équipements en partie haute (Pylône)
- Equipement et connexion de la gaine générale à l'ancrage haut :
 - Collet
 - Plaque de retenue
 - Plaque de fermeture
 - Tiges filetées



LES ETAPES DES TRAVAUX

- Les équipements en partie haute (Pylône)
- Equipement et connexion de la gaine générale à l'ancrage haut :
 - Collet
 - Plaque de retenue
 - Plaque de fermeture
 - Tiges filetées



LES ETAPES DES TRAVAUX

- Les finitions
- Soudure des gaines en demi coquilles sur la partie AVT



Merci de votre attention !

