



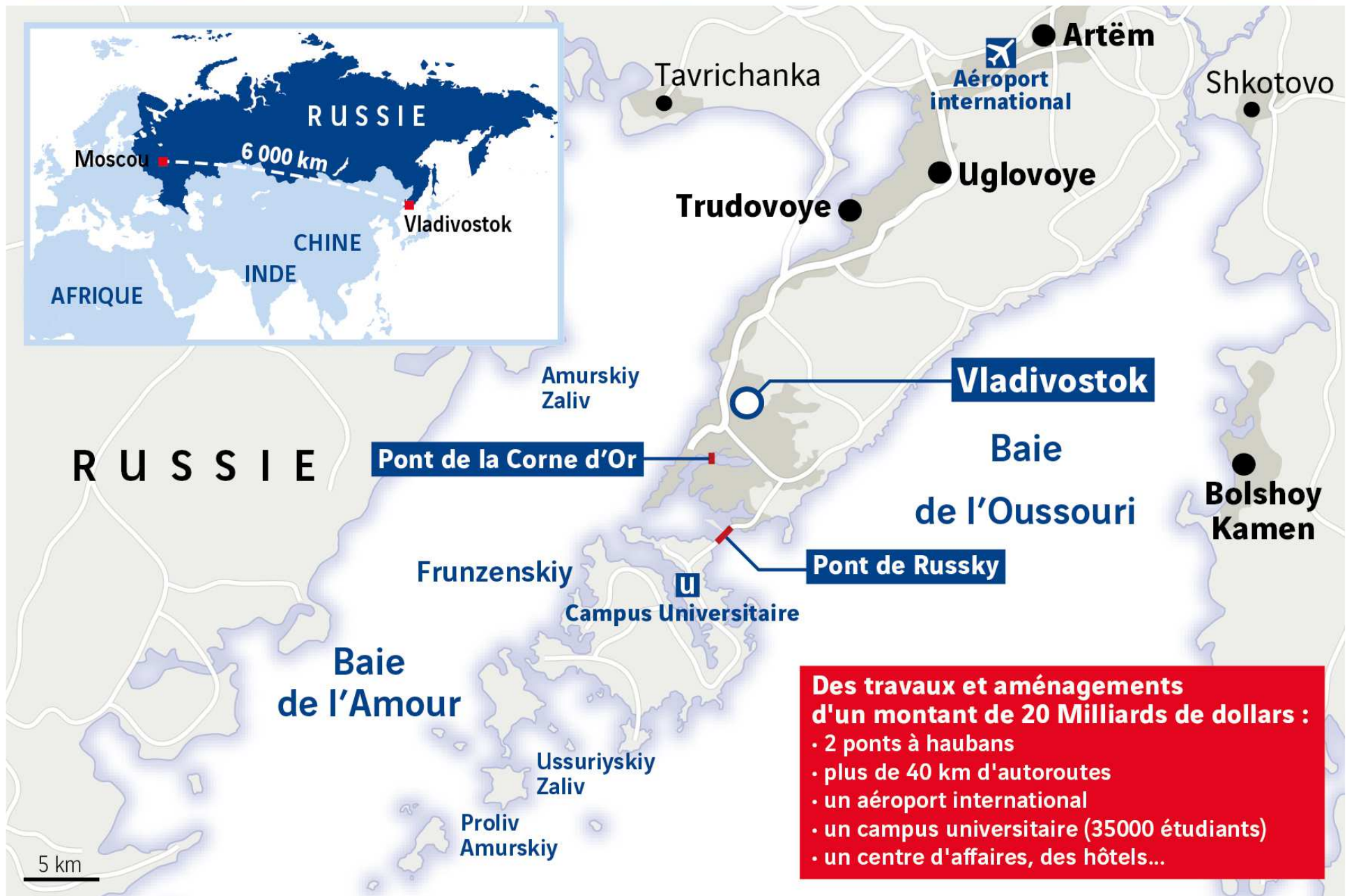
Le Pont de l'Île Rousky à Vladivostok

Nouveau record du monde de portée haubanée

Erik MELLIER – Directeur Technique - Freyssinet

Paris, 4 avril 2013

Présentation de l'ouvrage



Le pont de la Corne d'Or - 737 m de portée





Copyright USKMost 2012



Copyright USKMost 2012

Le pont de l'île Rousky - 1104 m de portée

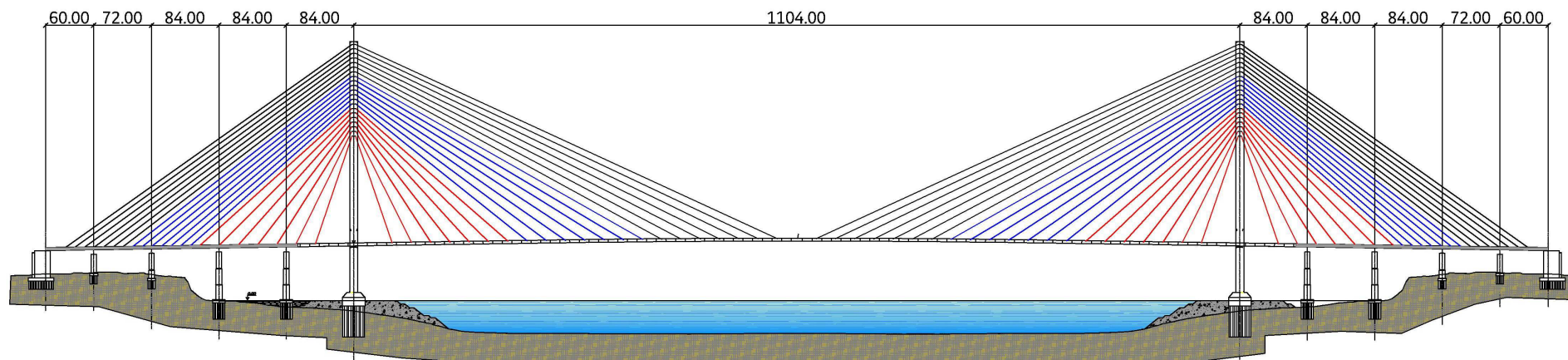


Copyright Mostovik 2012

Les 10 plus grandes portées haubanées

Nom de l'Ouvrage	Lieu	Pays	Travée centrale (m)	Année de mise en service
Pont de Russki	Vladivostok, Détroit Bosphor Vostochny	Russie	1 104	2012
Pont de Sutong	Suzhou, Nantong	République Populaire de Chine	1 088	2008
Pont de Stonecutters	Rambler Channel	Hong Kong (République Populaire de Chine)	1 018	2009
Pont de E'dong	Huangshi	République Populaire de Chine	926	2010
Pont de Tatara	Mer Intérieure de Seto	Japon	890	1999
Pont de Normandie	Le Havre	France	856	1995
Pont de Jingyue	Jingzhou	République Populaire de Chine	816	2010
Second Pont d'Incheon	Incheon, Séoul	Corée du Sud	800	2009
Pont de la Corne d'Or	Vladivostok	Russie	737	2012
Shanghai Yangtze River Bridge	Shanghai	République Populaire de Chine	730	2009

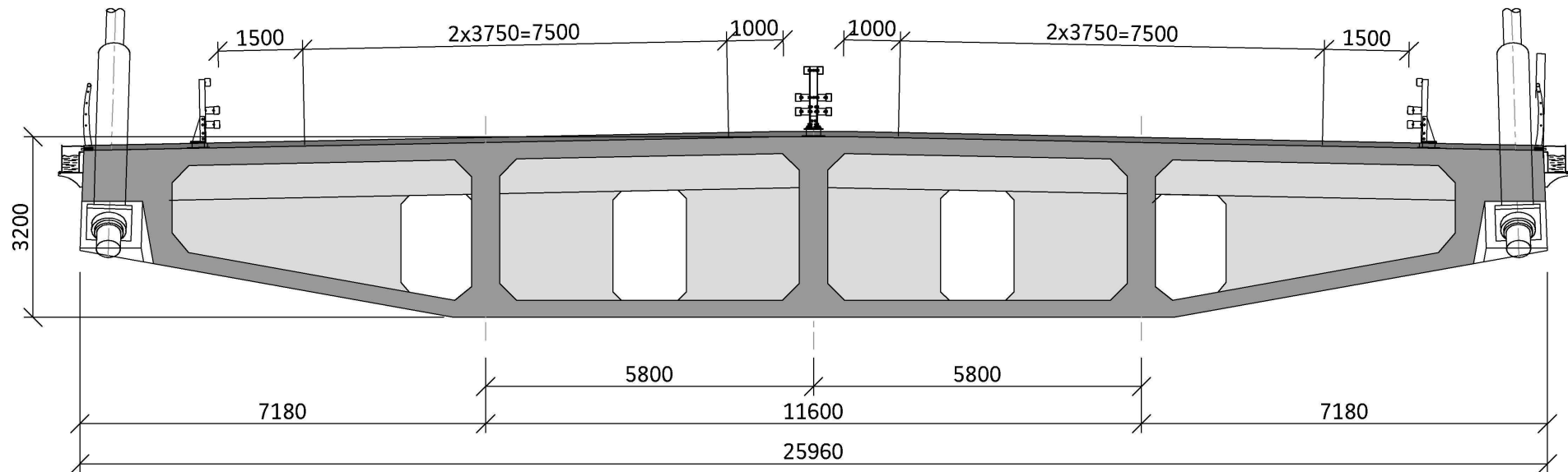
L'ouvrage de tous les records



- **1104 m de portée centrale**
- **Pylônes de 319 m de hauteur**
- **Haubans de 582 m**
- **Délai de conception construction : 4 ans**
- **Construction par -30 °C**

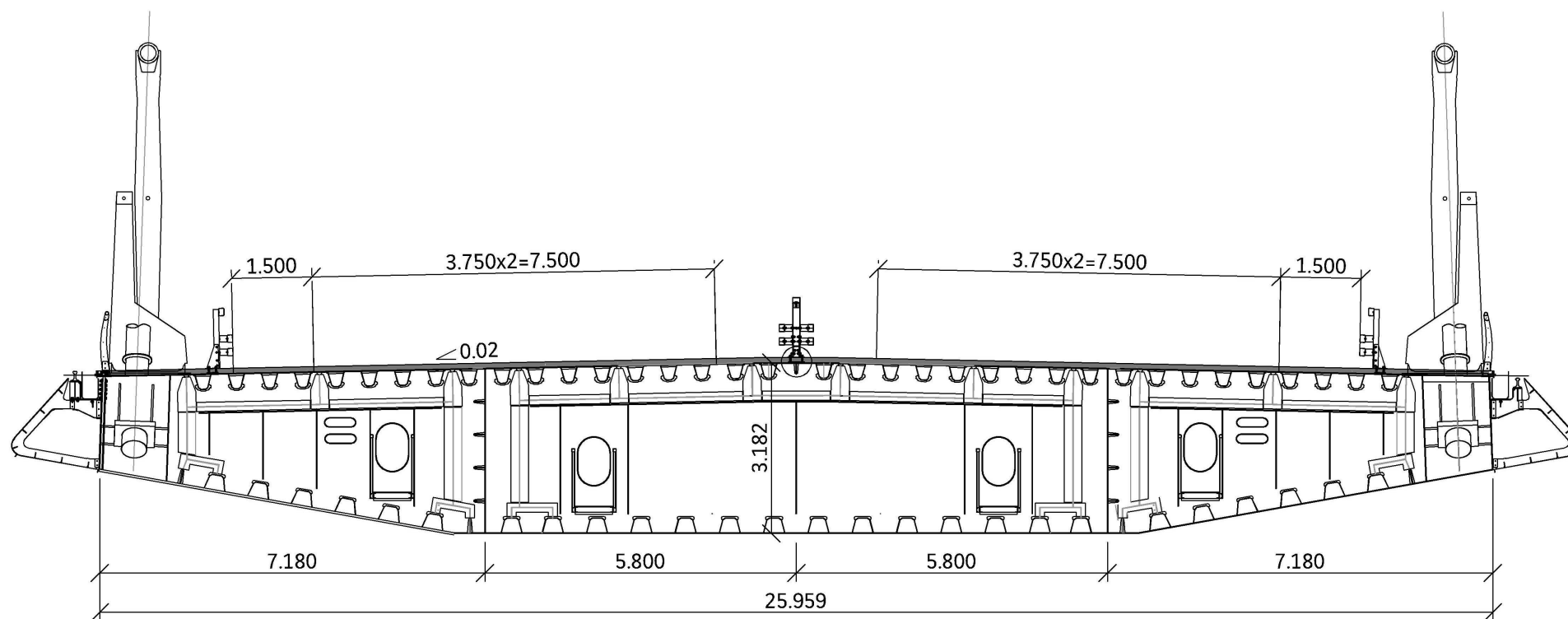
Coupe transversale Béton

- Travées latérales
- Contrepoids pour compenser la faible longueur des travées arrière



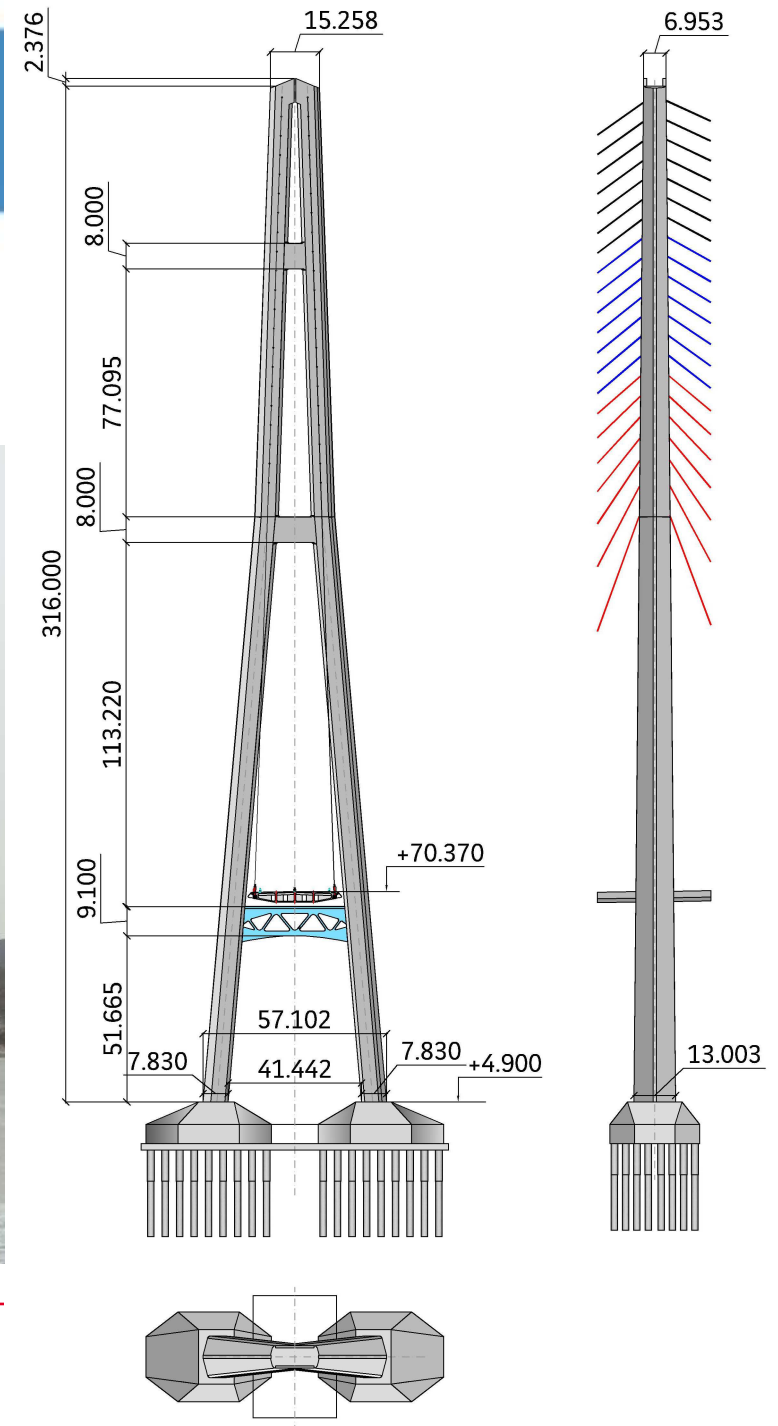
Coupe transversale Métal – Travée centrale

- Travée centrale + 70 m en travée latérale
- Largeur : 25,96 m
- Hauteur : 3,20 m



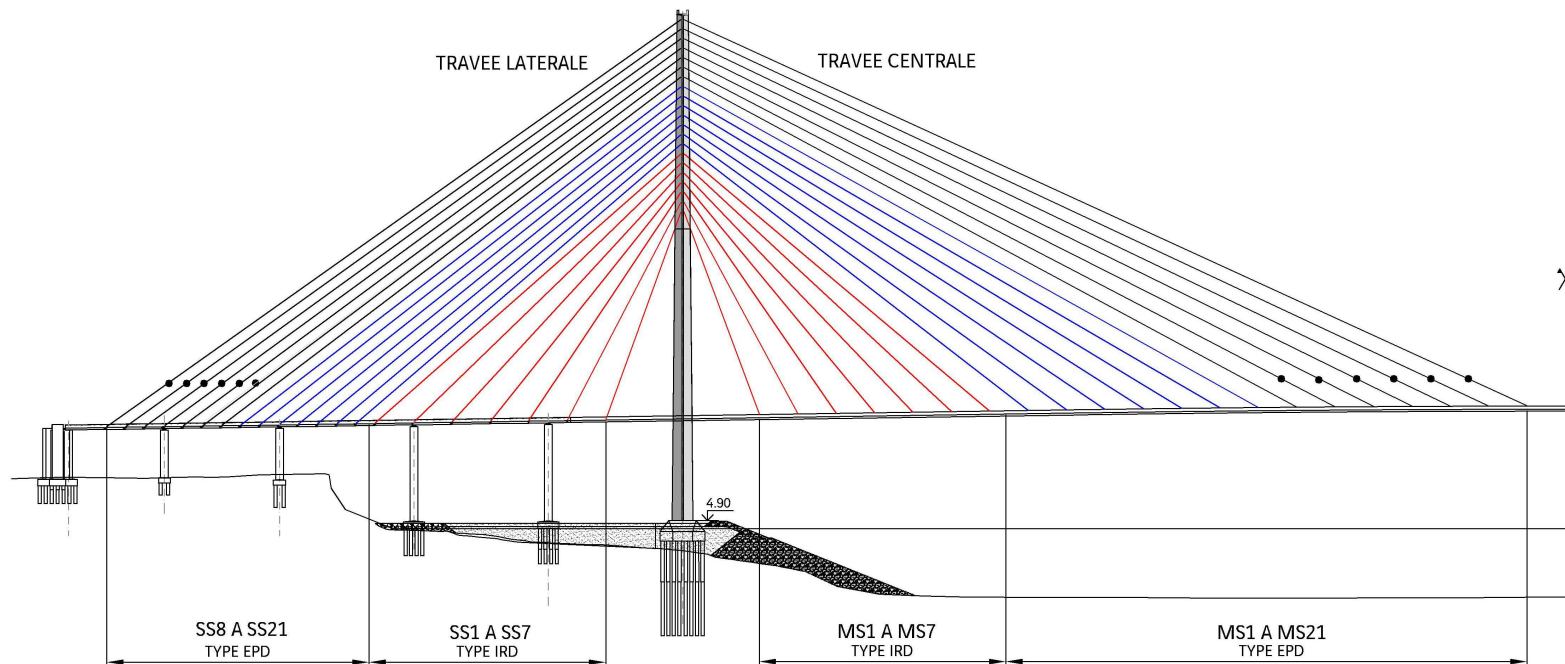
Pylônes

- **Pylône en A**
- **Hauteur 319 m**
- **Semelles de 13 m**
- **240 Pieux dia. 2m**



Les haubans

- 21 haubans par nappe, 24 m d'espacement en travée centrale
- 27 à 86 torons de 150 mm² par hauban , résistance 1860 MPa
- 2960 km de toron
- Aux couleurs du drapeau Russe



Les acteurs

- Concepteur : **Mostovik**
- Entreprise générale : **USK Most**
- Sous-traitant côté péninsule : **Mostovik**
- Concepteur et fournisseur des haubans : **Freyssinet**



Planning de construction

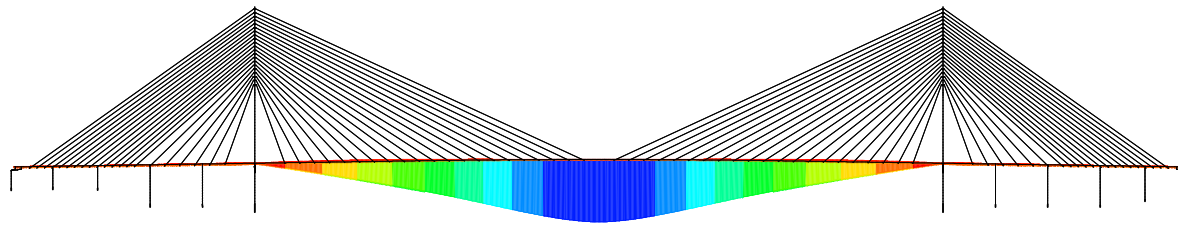
PROGRAMME DES TRAVAUX

#	Titre	Actual Start	Actual End	2008		2009				2010				2011				2012		
				Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3
0	Pont de Russki - Programme Général		30/07/2012																	
1	Excavations (piles travées arrière)	01/09/2008	30/09/2009																	
2	Culées	27/08/2008	30/11/2009																	
3	Piles des travées arrière (M1-M5 & M8-M12)	01/12/2008	10/10/2011																	
4	Fondations des pylônes	15/02/2009	15/04/2010																	
5	Jambes des pylônes	01/02/2010	10/04/2012																	
6	Entretoises sous tablier	31/10/2010	13/08/2011																	
7	Travées arrière (béton)	07/08/2010	30/01/2012																	
8	Travée arrière métallique & amorce encorbellement	26/03/2011	24/07/2011																	
9	Installation voussoirs travée centrale & haubans	25/07/2011	12/05/2012																	
10	Installation & tests des amortisseurs de haubans	01/04/2012	30/07/2012																	

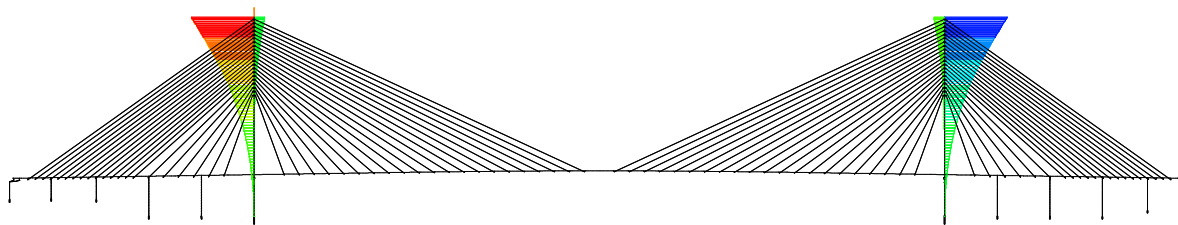
13

Quelques données de conception

Déformations sous trafic

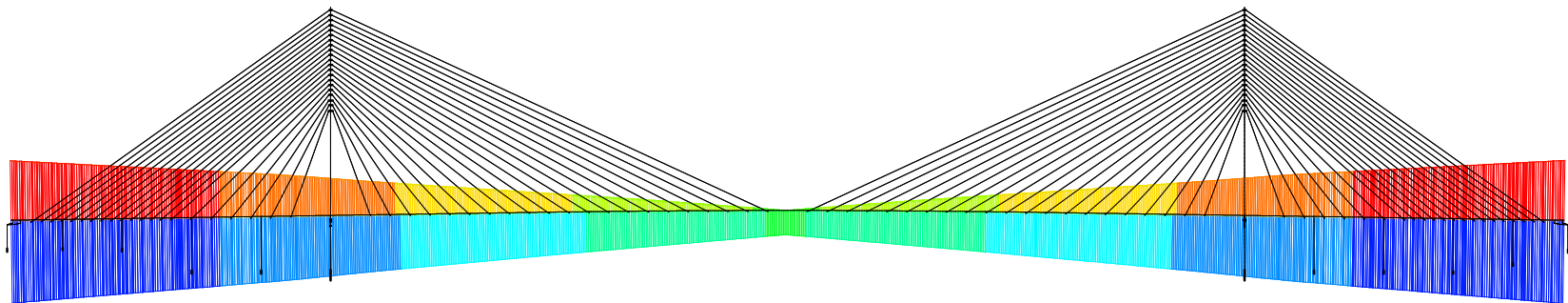


$$D_{y_max} = 1.85m$$



$$D_{x_max} = 50cm$$

Mouvements longitudinaux sous variations thermiques

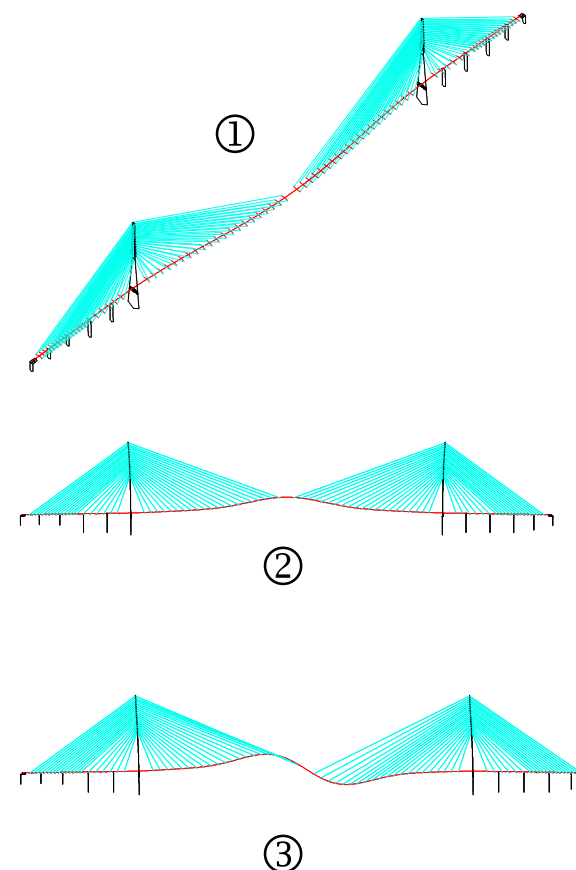


1.03 m à chaque joint

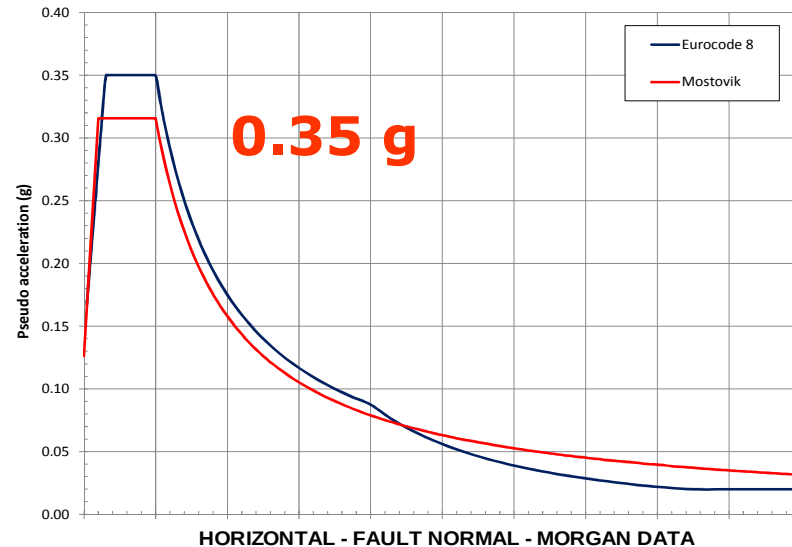
**Le tablier est libre longitudinalement (balançoire) , pas de point fixe,
centré par les haubans et freiné par des mortisseurs
longitudinaux aux culées**

Modes propres

Mode shape	Frequency (Hz)
Transversal bending n°1	0.081
Vertical bending n°1	0.176
Vertical bending n°2	0.207
Transversal bending n°2	0.213
Vertical bending n°3	0.273
Torsion	0.492

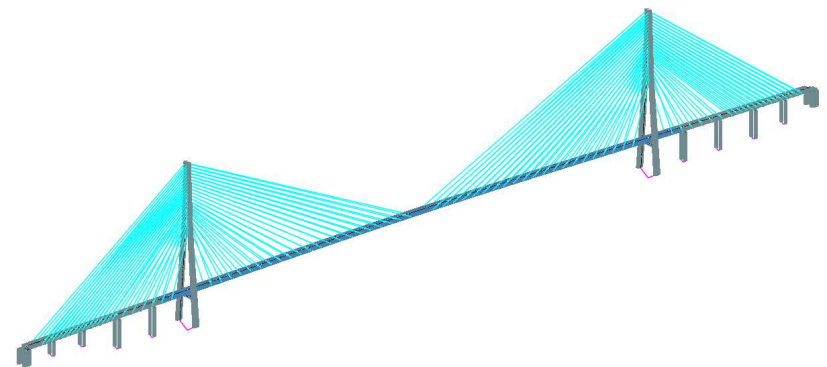
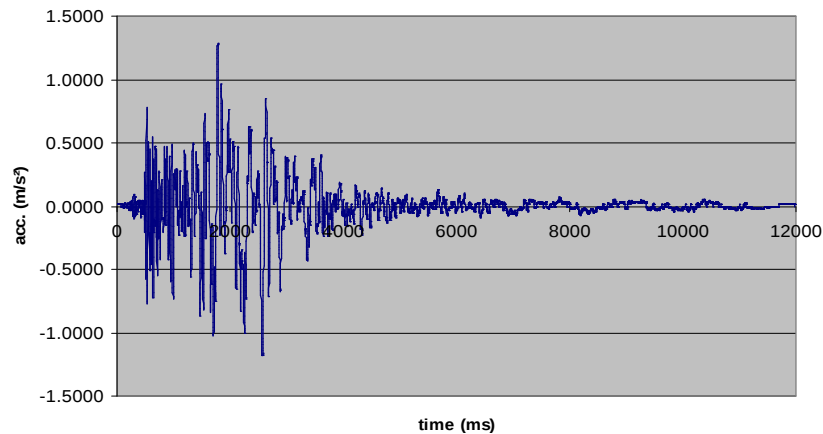


Comportement sismique

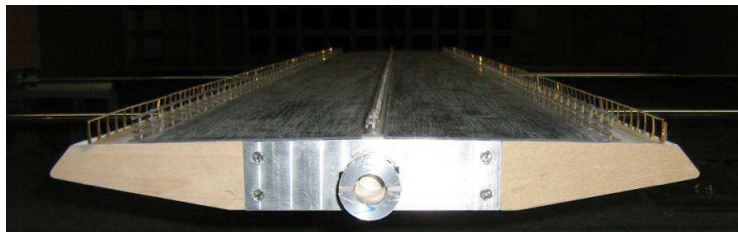
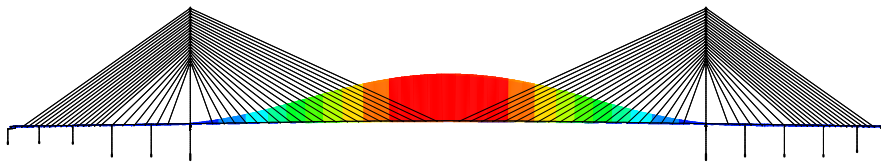
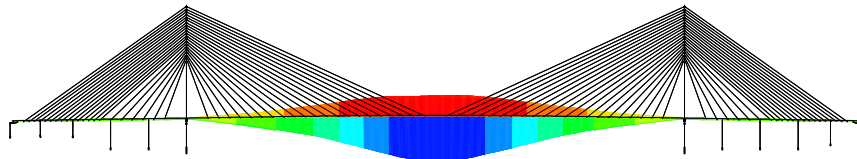


Déplacement maximum :
5 cm longitudinalement
15 cm transversalement

**Absence de sensibilité au
seisme du fait de la flexibilité**



Comportement au vent



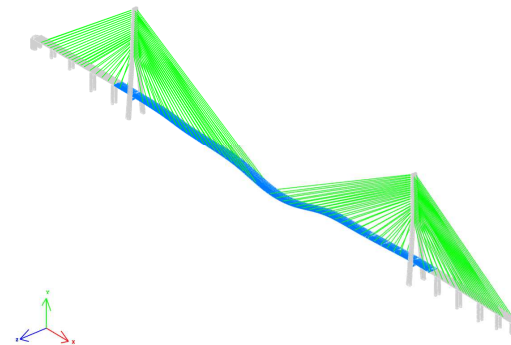
Vref = 44m/s au niv. du tablier

Déplacements max. :

-1.90/+0.85 m verticalement

+/- 2.55 m transversalement

vent CSTB MER
Vent perpendiculaire



Des haubans compacts à fort amortissement

Défis techniques



DEFIS TECHNIQUES :

- Haubans de très grande longueur (580 m)
 - Températures critiques (-40/+60°C)
- Haubans compacts pour réduire l'effet de trainée
- Amortisseurs : Décrément logarithmique élevé
 - Intégration Monitoring
- Délais de conception et installation très serrés

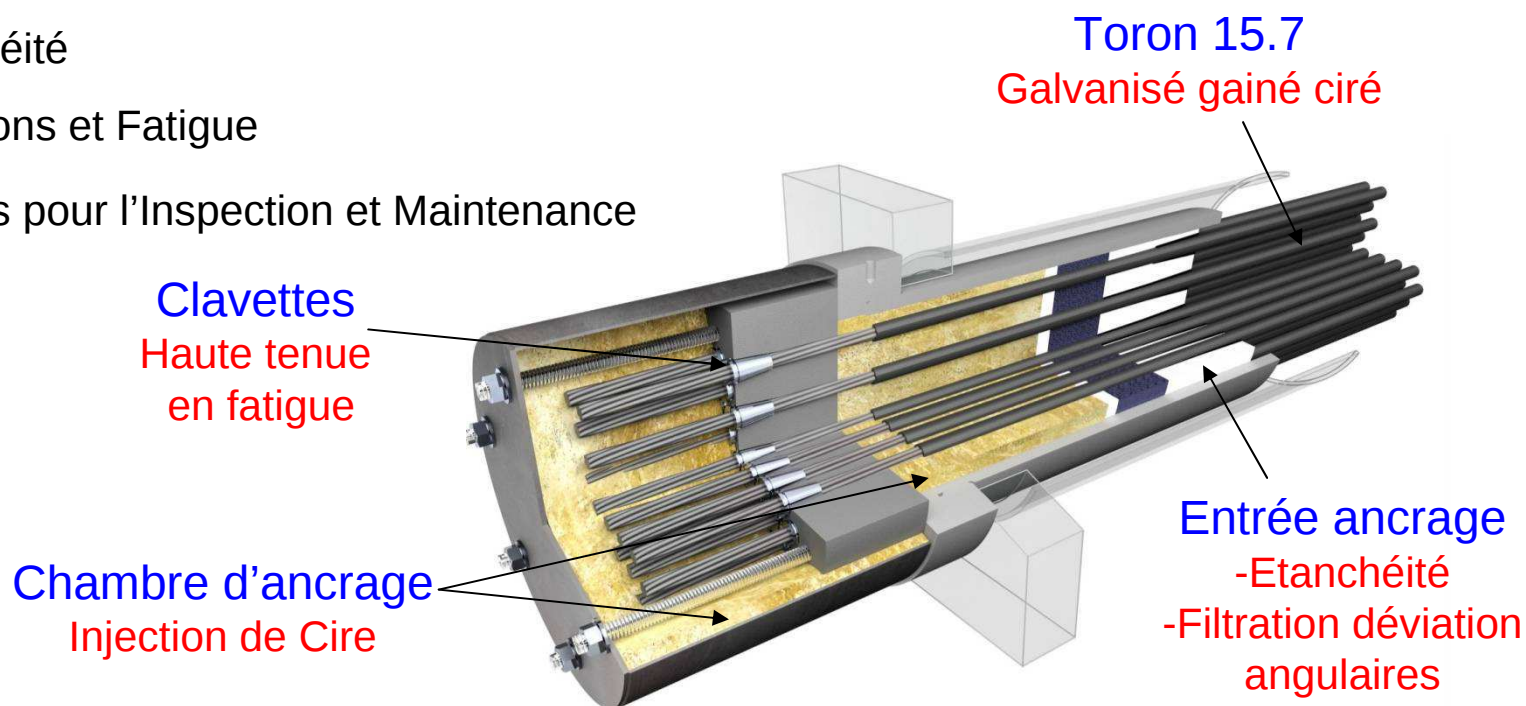


L'ancrage hauban H2000

Système à Torons Parallèles

- Torons ancrés et protégés individuellement
- Système de filtration de déviations angulaires
- Protection testée en :
 - Etanchéité
 - Vibrations et Fatigue
- Facile accès pour l'Inspection et Maintenance

H2000 range

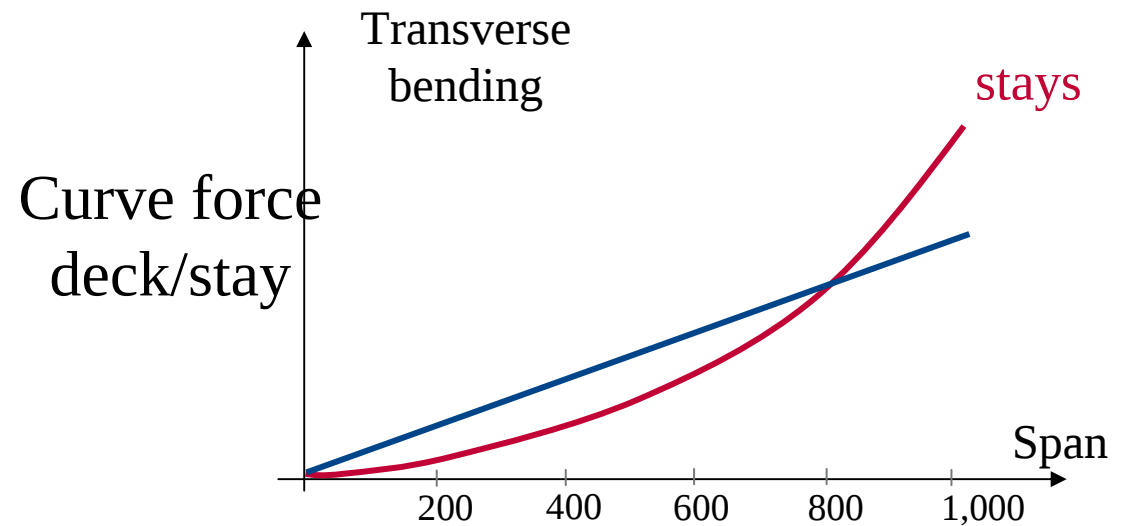


Le système Compact

- Les composantes de la trainée

$$F_{drag} = \frac{1}{2} \rho_{air} \cdot U^2 \cdot D \cdot C_D$$

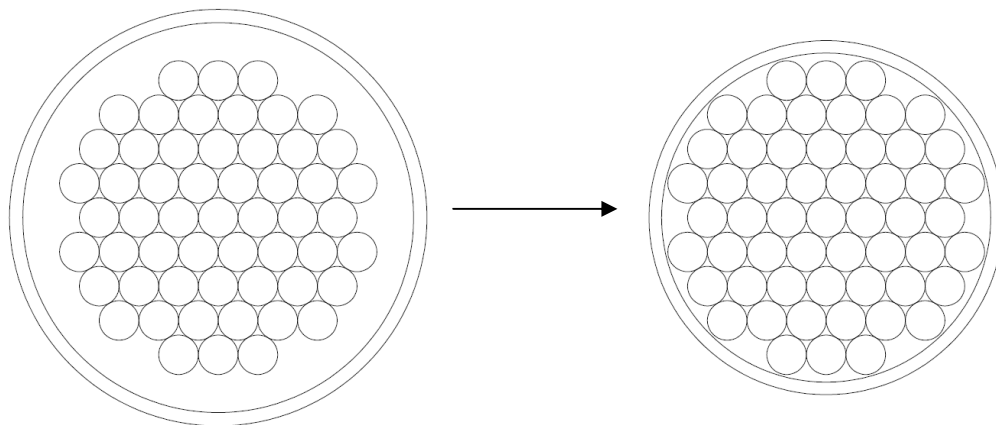
- Les haubans constituent une voile don't la prise au vent est très significative



Le système Compact

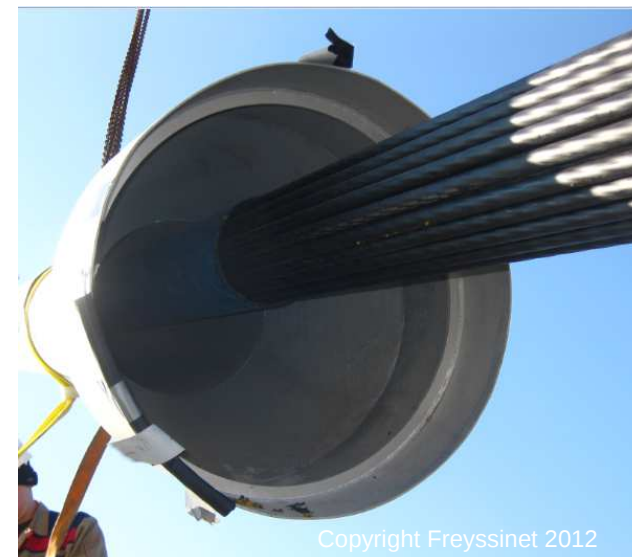
REDUIRE L'EFFET DE TRAINEE

SYSTÈME COMPACT



Gaine PEHD Standard

Gaine PEHD Compacte



- Utilisation de torons compacts
- Utilisation de gaine compactes
- Procédure de mise en œuvre particulières

- Réduction de l'effort de trainée de **20%**
- Procédure de mise en œuvre particulières

Le système Compact - références

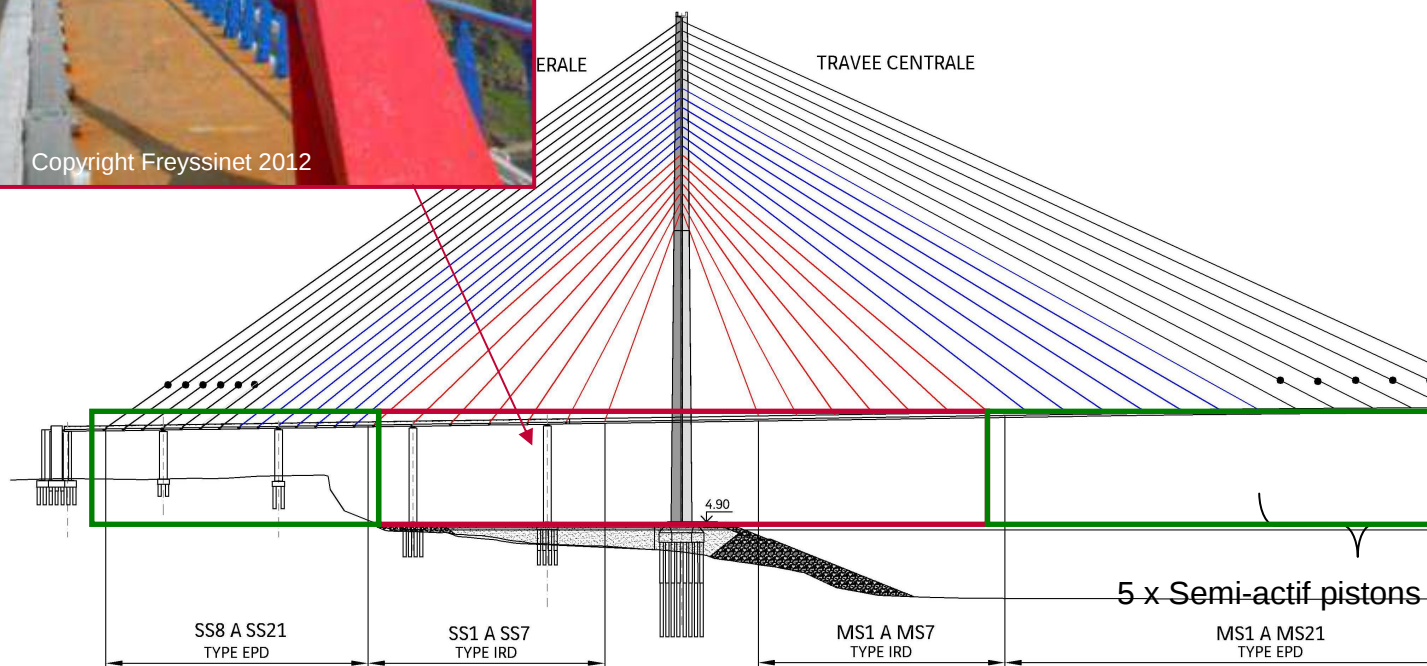
- Bai Chai bridge, Vietnam
- Indian River bridge, USA
- Chambal bridge, India
- Golden Horn bridge, Russia
- Russky Island bridge, Russia



PONT DE L'ILE DE RUSSKY - AMORTISSEURS



GENERAL ARRANGEMENT

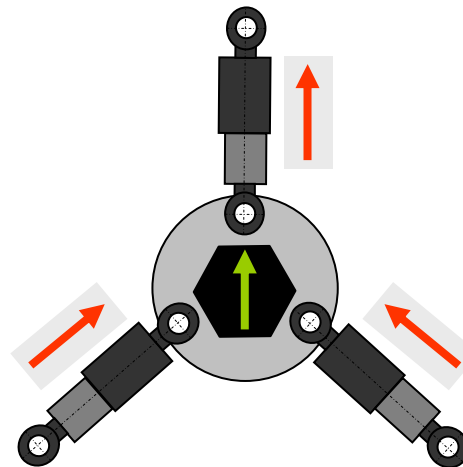
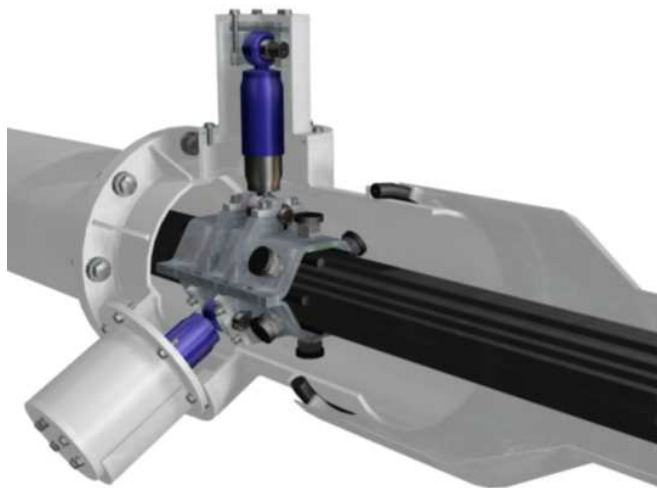


5 x Semi-actif pistons

PONT DE L'ILE DE RUSSKY - AMORTISSEURS

Amortisseur Interne Radial (IRD)

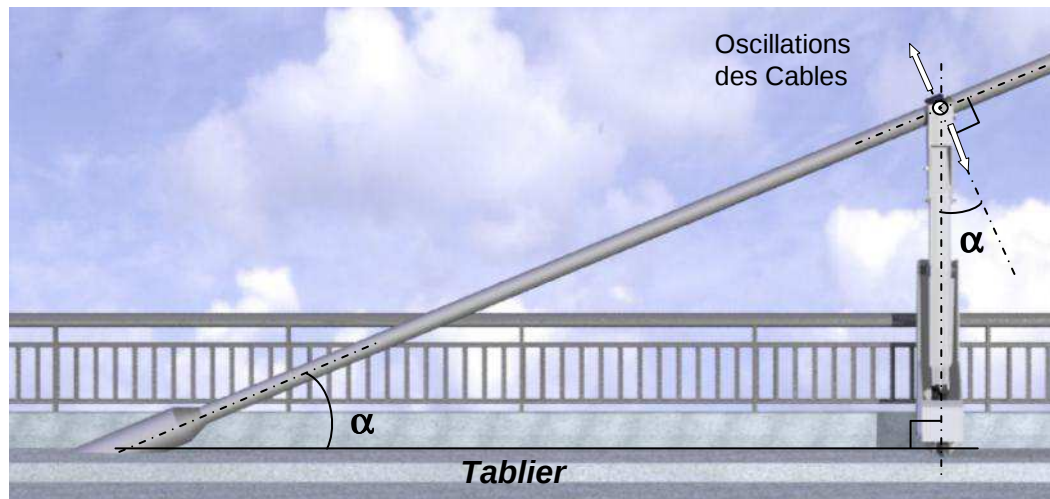
- **Amortisseur Interne Radial (IRD) :**
 - Trois pistons hydrauliques placés à l'extrémité du formwork tube au tablier.
 - Toutes directions
 - Peu sensibles à la température



PONT DE L'ILE DE RUSSKY - AMORTISSEURS

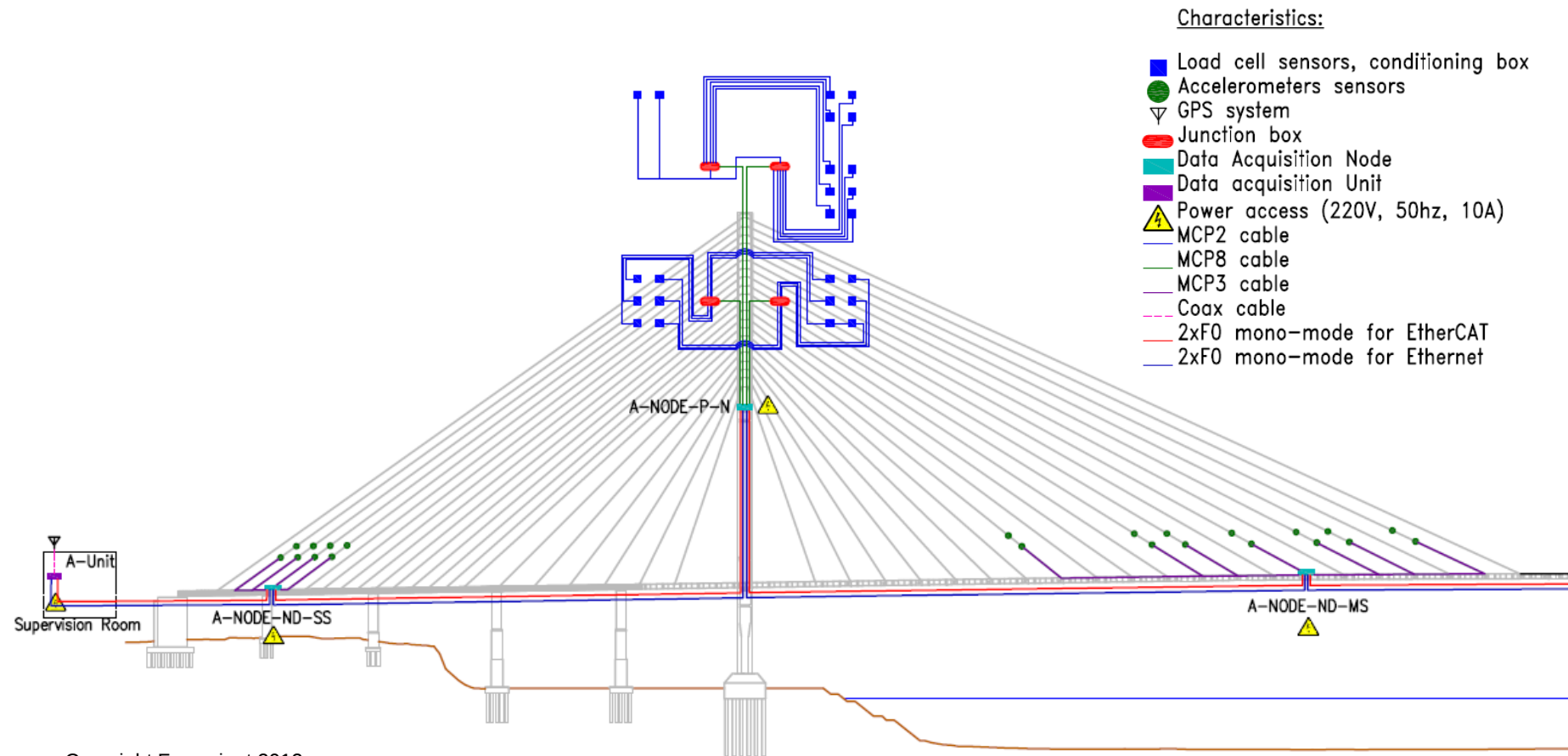
Amortisseur Externe Pendulaire (EPD)

- **Amortisseur Externe Pendulaire : EPD**
 - Structure articulée qui transfère le mouvement du câble à deux pistons hydrauliques placés au tablier
=> Grande distance depuis l'ancrage: efficacité maximale
 - Toutes directions
 - Peu sensibles à la température



PONT DE L'ILE DE RUSSKY - MONITORING

Système de Control permanent : 48 accéléromètres & 48 cellules d'effort

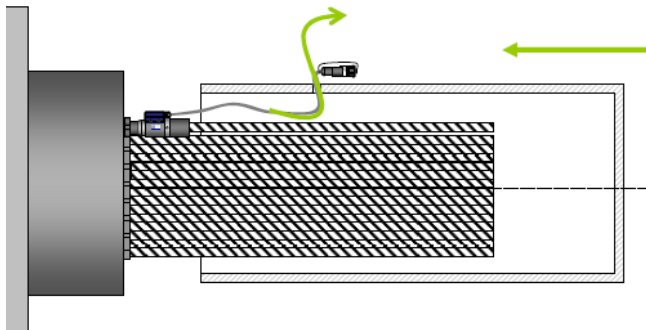


Copyright Freyssinet 2012

PONT DE L'ILE DE RUSSKY - MONITORING

System de Control :

→ Cellules d'effort



→ Accéléromètre

→ Integration dans la gaine



Construction – Mise en oeuvre des haubans

MISE EN ŒUVRE – Défis

Challenges Techniques de mise en œuvre :

Design :

- System Compact
- Très longs haubans (580 m)
- Structure très flexible

Environnement :

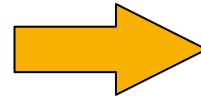
- Grand froid : installation jusqu'à -30°C avec vent

Délais :

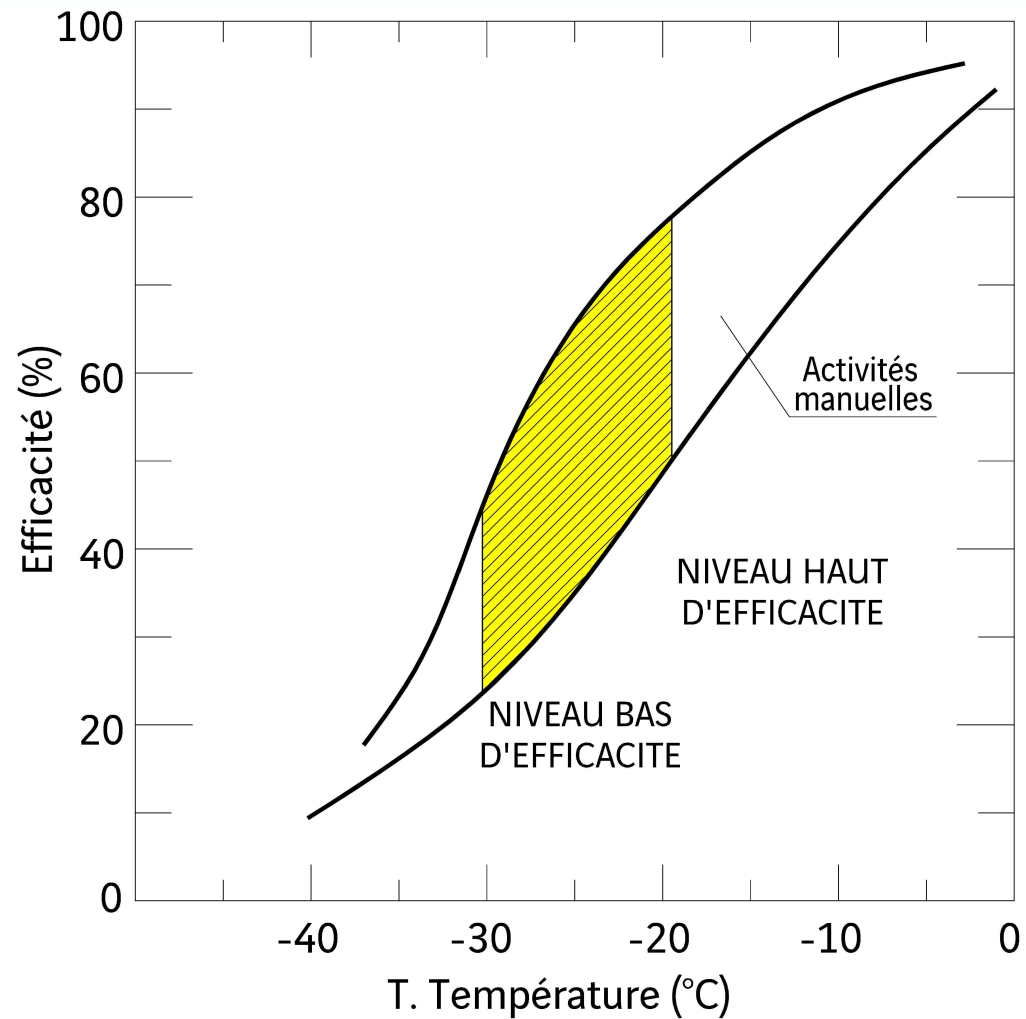
- Optimisation du cycle de pose et travail sur site 24h/24h et 7j/7jours

Adapation

- Matériel
- Procédures
- Entrainement Spécifique des équipes
- Cycle de pose optimisé



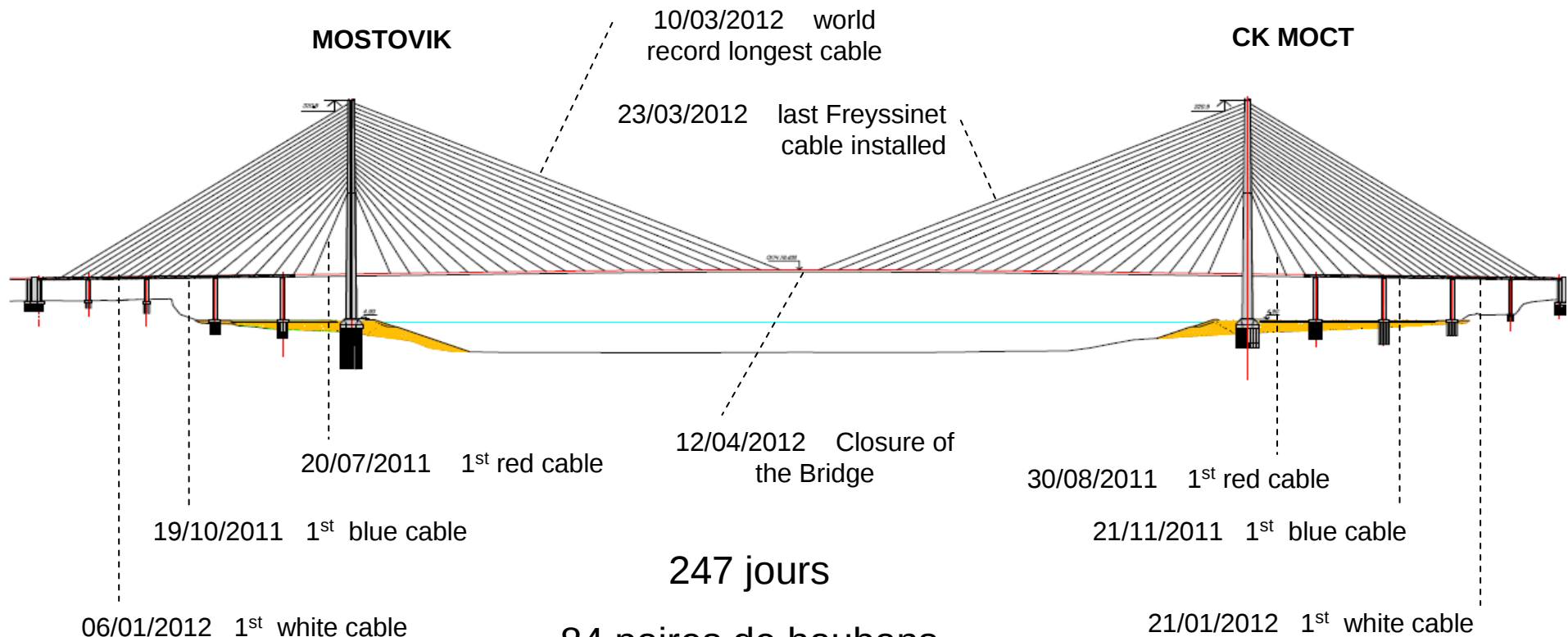
Effet du froid sur les tâches manuelles



MISE EN ŒUVRE – Dates clé

Cycle de pose

Russky Island Bridge (Russia)

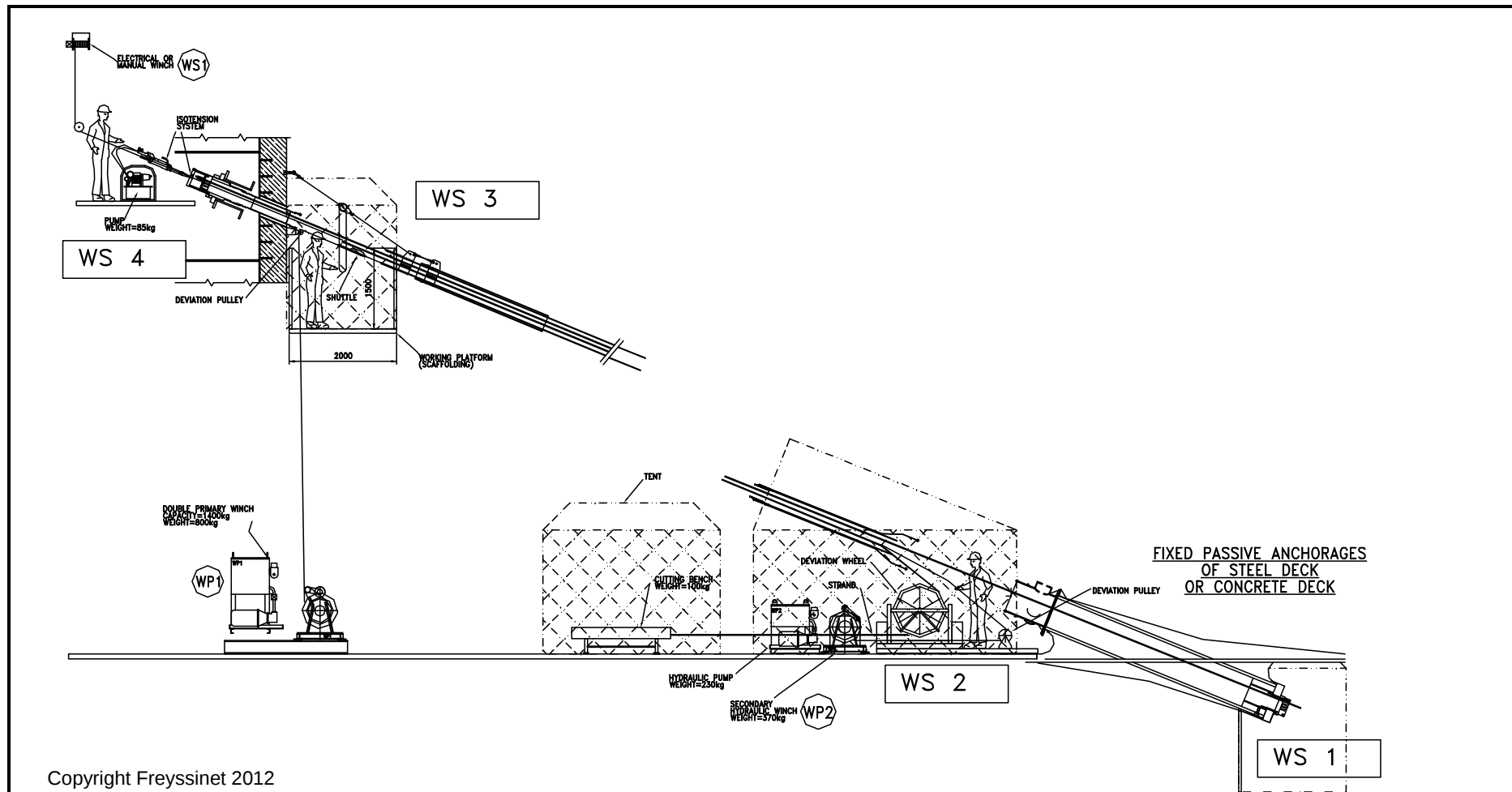


247 jours

84 paires de haubans

Cycle de pose moyen : 6 jours

MISE EN ŒUVRE – Cycle d'installation



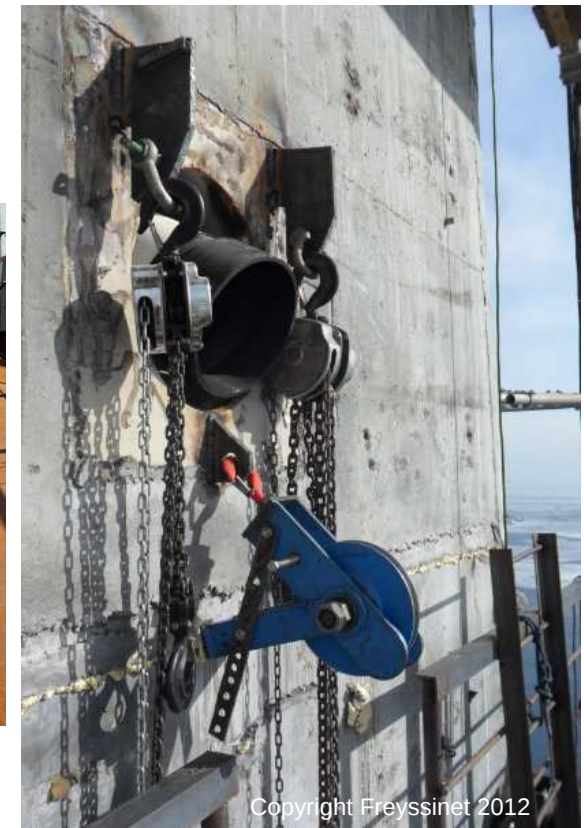
MISE EN ŒUVRE – Cycle d'installation

- **Jour - 48 hrs : Préparations**
 - Opération de soudage des gaines 24 hrs / 24 hrs
 - Installation des treuils – contrôle du cheminement du câble de treuil
 - Installation de la poutre de répartition au pylône
 - Installation des ancrages



MISE EN ŒUVRE – Cycle d'installation

- **Jour - 24 hrs : Inspection par Freyssinet – rapport dans les ITP's**
 - Contrôle du câble de treuil et de son cheminement
 - Préparation des gaines et contrôle des équipements de levage
 - Contrôle de l'état des ancrage (propreté)



MISE EN ŒUVRE – Cycle d'installation

- **Jour - 10 hrs : Installation des équipements d'enfilage**
 - Chauffe des équipements hydrauliques, recirculation de l'huile
 - Préparation des équipements d'enfilage au niveau du tablier



MISE EN ŒUVRE – Cycle d'installation

- Jour - 5 hrs : Inspection par Freyssinet – rapport dans les ITP's



Equipments temporaires



Préparation du toron de référence



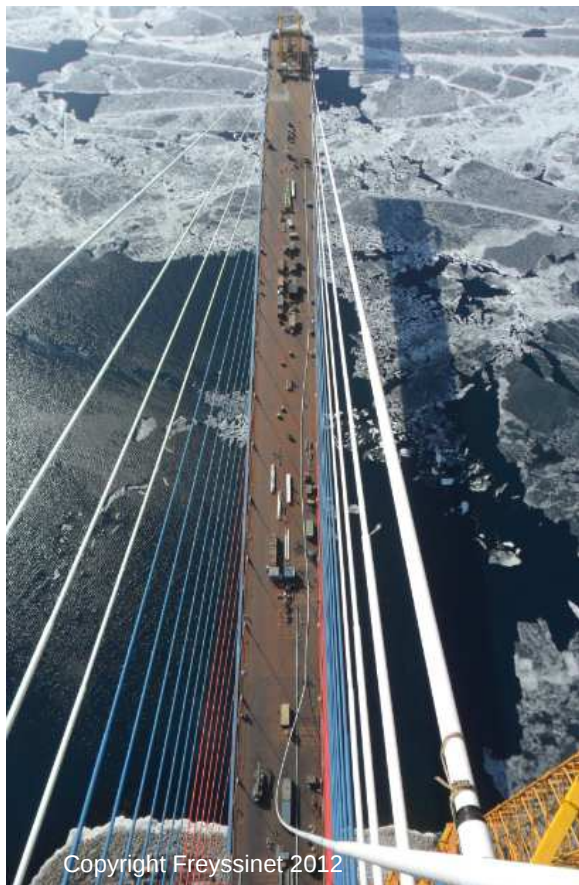
Enregistrement des données sur ITP

Haut niveau de traçabilité :

- Préparation
- Installation
- Résultats

MISE EN ŒUVRE – Cycle d'installation

- Jour - 2 hrs : Opération de levage de gaine
 - Contrôle des prévisions de vent



**Environ 600
chariots ont été
utilisés pour déplacer
les 570 mètres de
gaine HDPE**



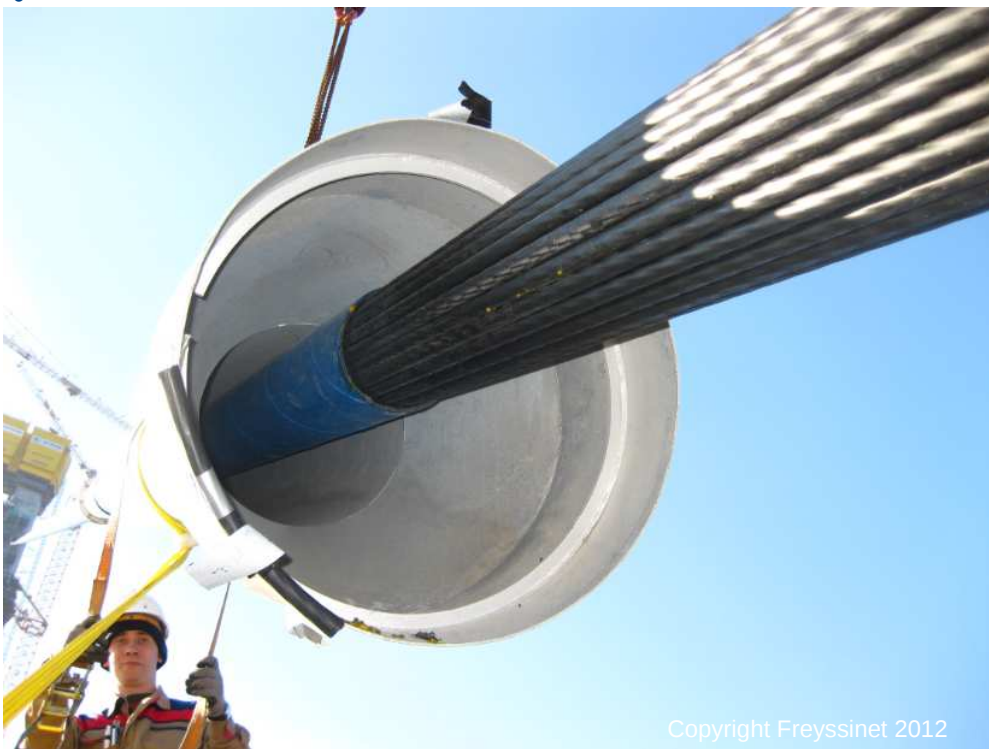
MISE EN ŒUVRE – Cycle d'installation

- **Jour : Opération d'enfilage**
 - Shifts de jours et shift de nuit
 - Organisés avec des ITP de controle pour le transfert des informations du jour pour la nuit



MISE EN ŒUVRE – Cycle d'installation

- **Jour : Opération d'enfilage**
 - System compacte, réduction de l'effet de trainée de 20%



MISE EN ŒUVRE – Mise en tension



Copyright Freyssinet 2012

Diaporama de la construction





Copyright Mostovik 2012



Copyright Mostovik 2012



Copyright Mostovik 2012







Copyright Mostovik 2012



Construction de l'ouvrage





Copyright Mostovik 2012



Copyright Mostovik 2012





Copyright Mostovik 2012







Merci pour
votre attention