



IMG C

L'INSTRUMENTATION AU SERVICE DES OUVRAGES DE GÉNIE CIVIL

Journée Technique
MARDI 13 JUIN 2023
FNTP – 3 Rue de Berri, 75 008 PARIS



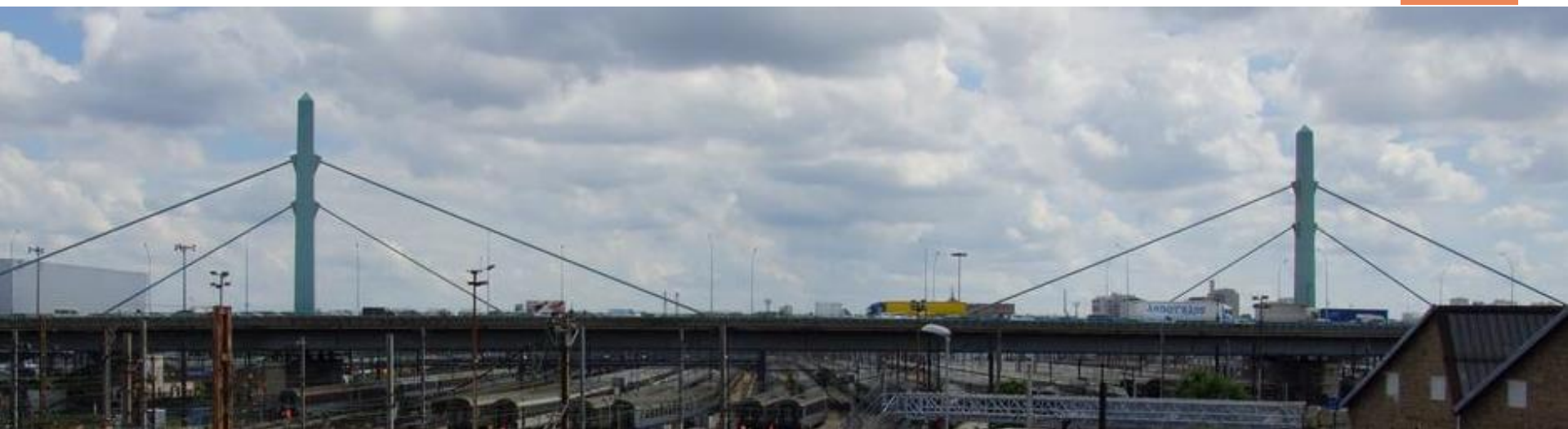
Surveillance renforcée du Pont Masséna

Plan de la présentation

- I. Présentation de l'ouvrage
- II. Contexte de l'instrumentation
- III. Surveillance acoustique
- IV. Instrumentation
- V. Quelques photos de chantier + caméras

Présentation de l'ouvrage

Gestion & interventions



Gestionnaire et exploitant : **Ville de Paris**

Objet : **Surveillance acoustique et visuelle des haubans**

Réalisation : **SITES**



Présentation de l'ouvrage

Caractéristiques clés

Localisation :

- > Périphérique sud de Paris / 2 x 3 voies
- > Franchissement du faisceau de maintenance SNCF Masséna et voies d'accès à la gare d'Austerlitz

Type :

- > Pont à haubans de 1970
- > Pont à 2 poutres de type caisson métallique
- > 2 pylônes intermédiaires munis de 2 selles chacun
- > Portées : 81 m – 161 m – 81 m
- > Nombre de haubans : 4 longs + 4 courts
- > 1 hauban = 19 câbles monotoron multi-couches
- > Chambres d'épanouissement sous le TPC



Contexte de la surveillance

Objectifs et démarche

Pourquoi ?

- **Un ouvrage stratégique** : axe de forte circulation routière + réseau ferré
- **Viellissement de l'ouvrage** qui nécessite une surveillance des câbles et fourni des données d'entrées quant à la stratégie de maintenance

Surveillance particulière de l'ouvrage, en complément des suivis traditionnels d'inspection

- > surveillance **acoustique** des haubans (détection de potentielles ruptures de fils)
- > surveillance **visuelle** par caméra dans les chambres d'ancrage

Étapes de la mise sous surveillance par instrumentation :



Contexte de la surveillance

Problématiques & enjeux

Particularités :

- Maintien de la circulation routière et ferrée => contraintes d'intervention
- Détection et remontées de phénomènes transitoires brefs

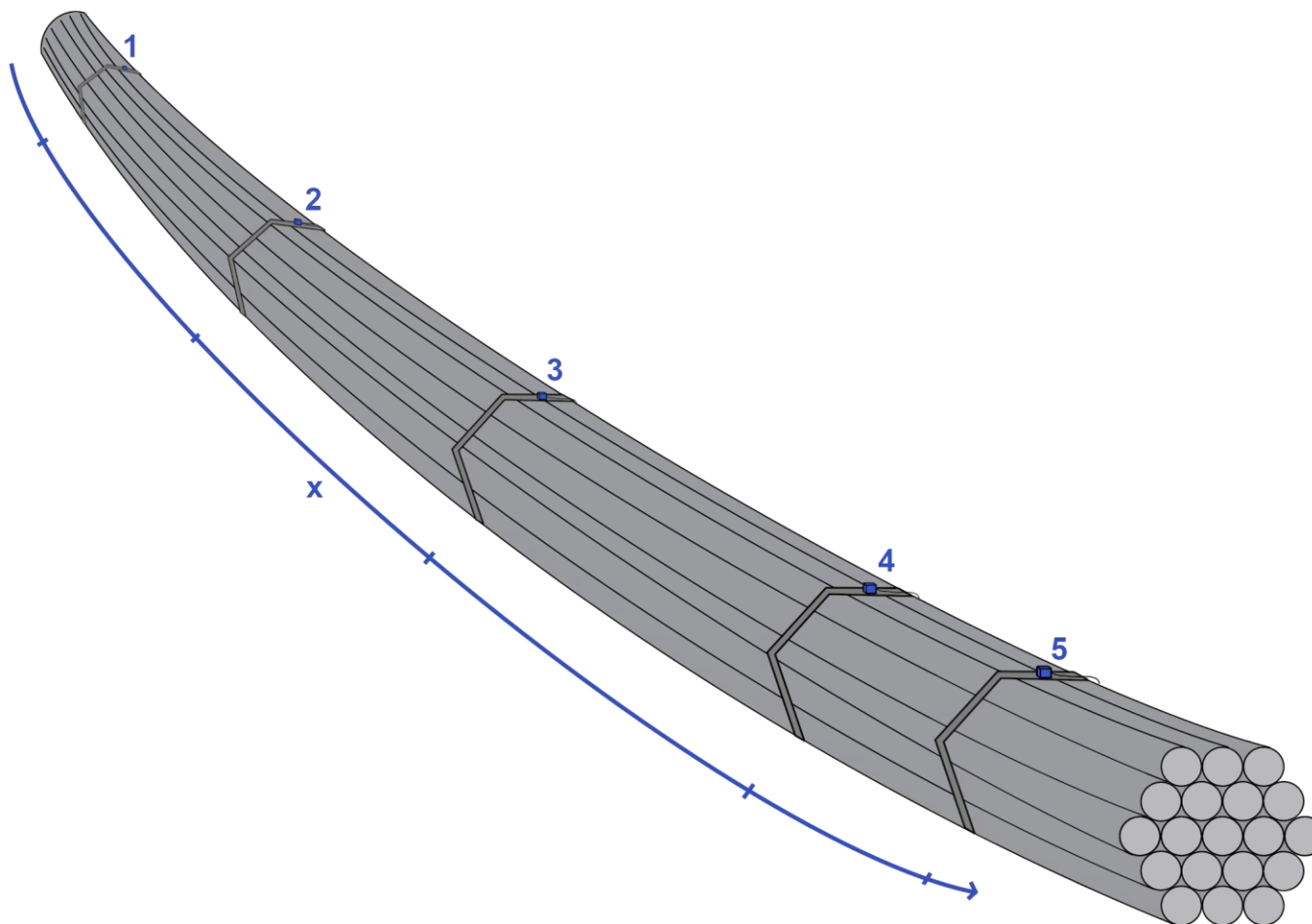
Requis / enjeux de la phase :

- Fiabilité des informations transmises au client > choix des matériels > tests de fonctionnement
- Exhaustivité des données > disponibilité du système > redondance
- Accessibilité des résultats > infrastructure des données sécurisée, serveur FTP, web SIMon-e
- Réactivité en cas d'évolution > détection, traitement et diffusion des alertes
- Respect des délais > planification du projet, rétro planning

- **Conception du dispositif de surveillance adaptée aux problématiques propres à l'affaire**
- **Procédures d'installation et d'exploitation, planning, PPSPS**

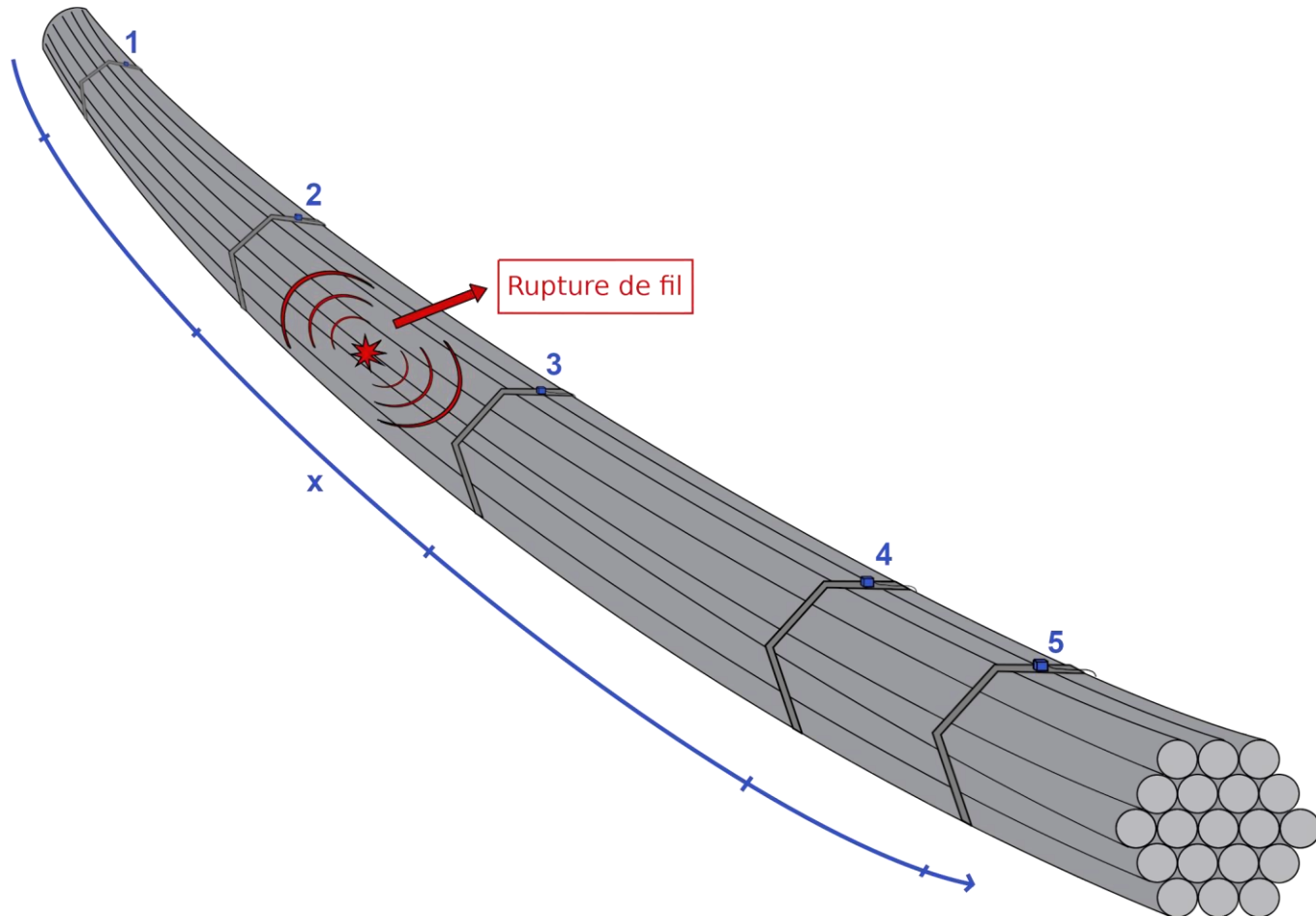
Surveillance acoustique

Positionnement des capteurs



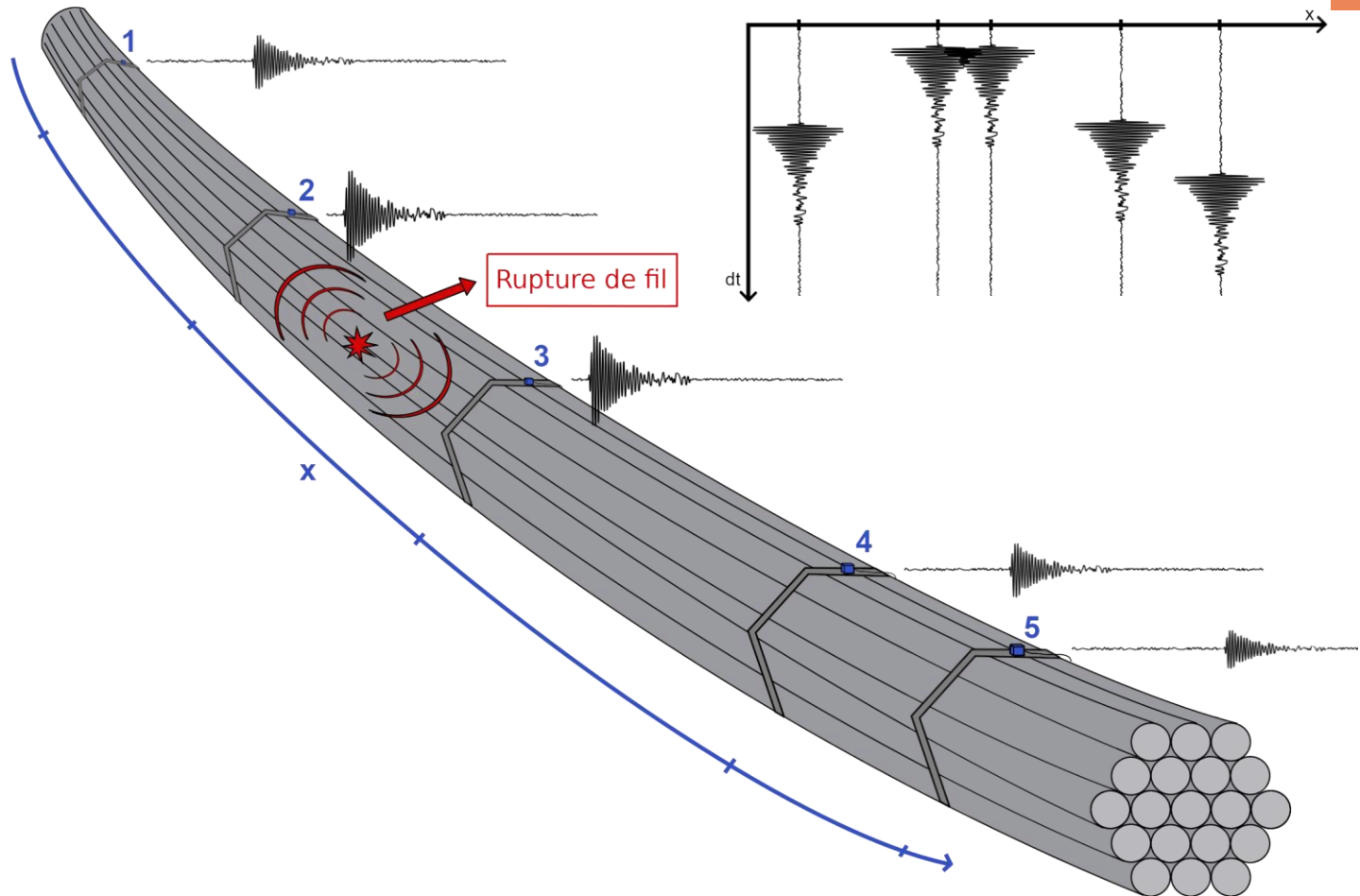
Surveillance acoustique

Évènement acoustique : rupture d'un fil



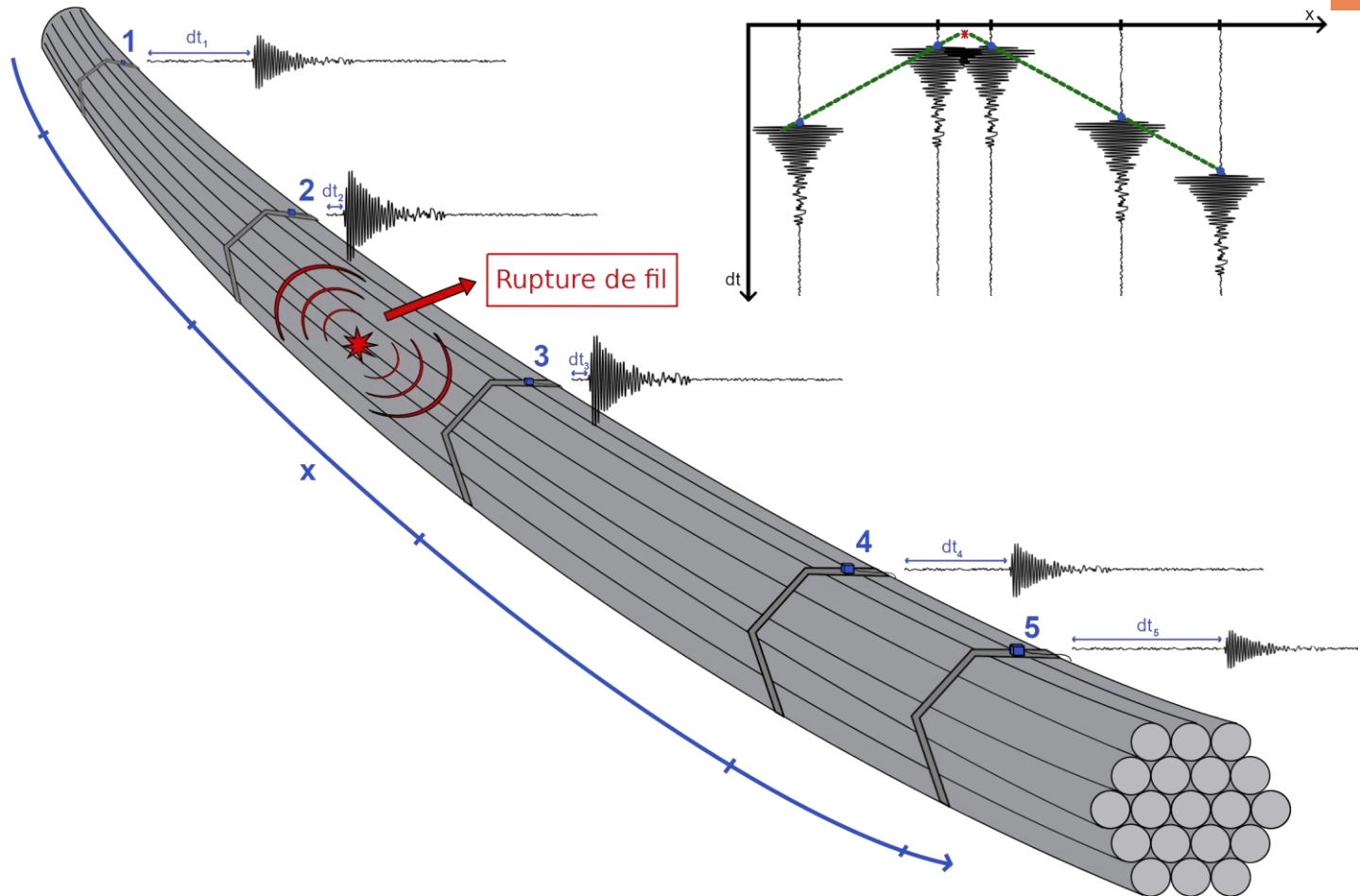
Surveillance acoustique

Signal enregistré par les capteurs



Surveillance acoustique

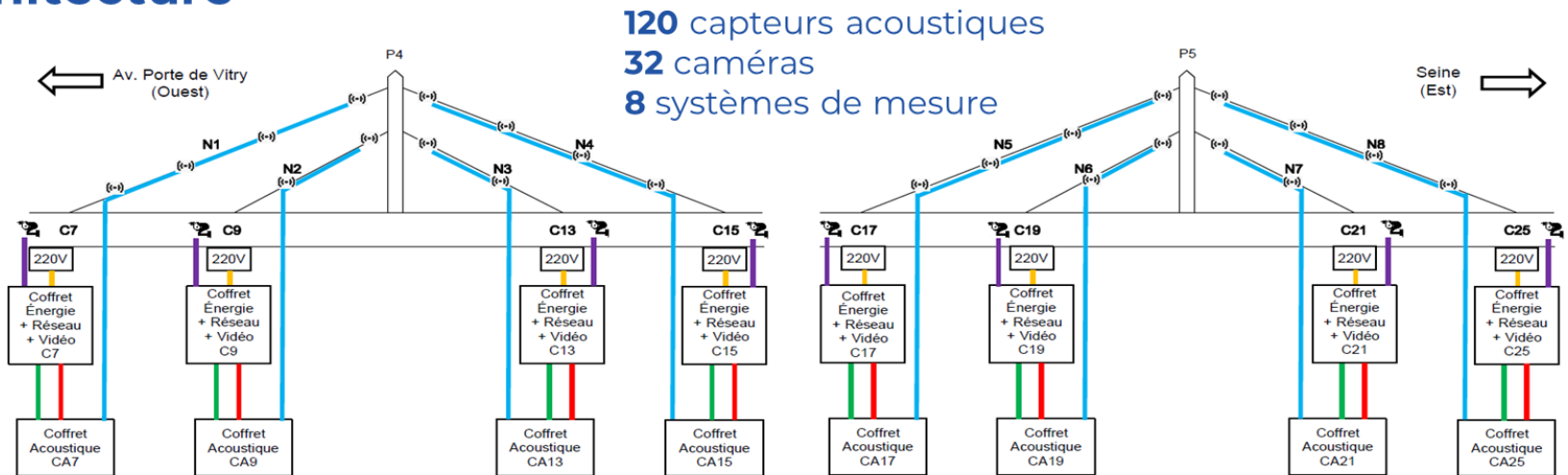
Estimation de la position



Instrumentation

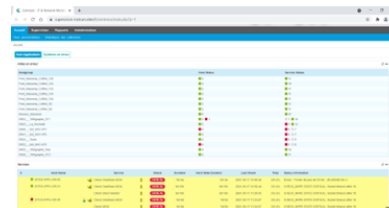
Étape 1 : Étude & Conception

Architecture



Alertes SMS / mails

Supervision interne



Serveur FTP

Documentation
PV alerte
Images
Mesures

Plateforme web SIMon-e



Instrumentation

Etape 2 : Fabrication et tests préalables

Particularités :

- Requis de mesure aux limites des capacités des matériels => tests sur prototype
- Design des brides => tests préalables de propagation du signal



Les coffrets et tous les dispositifs d'instrumentation sont conçus par les experts SITES au sein de notre atelier.



Instrumentation

Etape 2 : Fabrication et tests préalables

Requis / enjeux de la phase :

- Respect des délais => délais fournisseurs + délais fabrication + délais recettage
- Fiabilité des informations transmises au client => contrôle/réception des capteurs
- Fiabilité des systèmes => recette usine avec PV de tests, 8 systèmes identiques
- Accessibilité des résultats => test des transmissions entre les différents éléments du système
- Réactivité en cas de panne => stock

> **FAT: Systèmes documentés, testés avant départ sur site**

Instrumentation

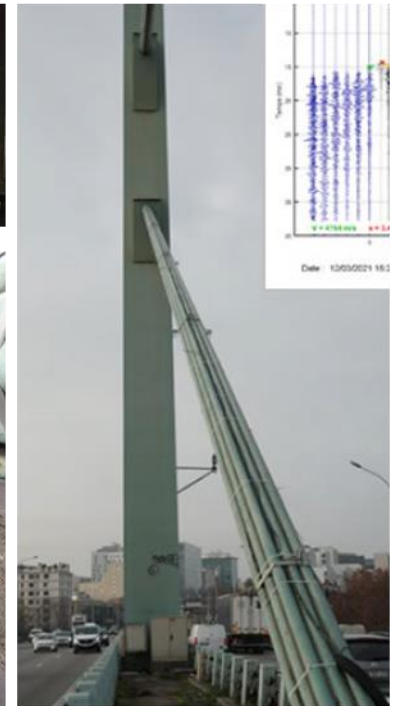
Étape 3 : Installation

Particularités :

- Hauteur de l'ouvrage => nacelles 27 m
- Périphérique => sous coupure de circulation, de nuit
- Caisson d'entrée dans la chaussée => portique de manutention
- Accès de jour en chambre d'ancrage depuis le TPC

Requis / enjeux de la phase :

- Sécurité des intervenants => EPI, personnel formé (balisage, nacelle, portique...)
- Respect des délais => nombre de nuits limité, adaptation des effectifs
- Fiabilité des informations transmises au client => absence de connectique intermédiaire
- Gestion des contraintes fortes => fermetures courtes, coactivité => adaptation



Instrumentation

Étape 4 : Réception & Validation du fonctionnement

Particularités :

- Tests par choc sur les haubans => nacelles, différents types de choc
- Périphérique => sous coupure de circulation, de nuit à l'issue de l'installation
- Quantité de matériels (120 capteurs / 32 caméras / 8 systèmes) => exhaustivité des tests

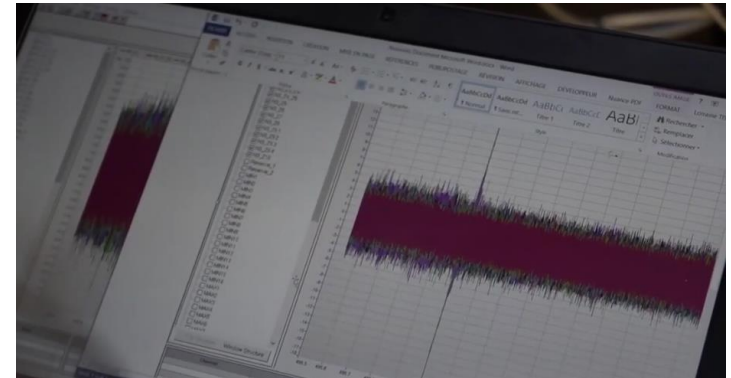


Instrumentation

Étape 4 : Réception & Validation du fonctionnement

Requis / enjeux de la phase :

- Fiabilité des systèmes => ADR technique => recettage propre à l'affaire
- Fiabilité des systèmes => contrôle de la réponse des capteurs
- Fiabilité des informations transmises au client => orientation des caméras
- Fiabilité des informations transmises au client => contrôle de la position des chocs (détection zone de rupture)
- Réactivité en cas de panne => simulation de pannes



Instrumentation

Étape 5 : Apprentissage

Particularités :

- Environnement de l'ouvrage => déterminer l'impact sur les mesures
- Peu de REX sur ce type de surveillance pour ce type d'ouvrage => multiplication des tests et des paramétrages
- Absence de rupture de fils pendant cette phase => calibration provisoire des seuils d'alerte

Requis / enjeux de la phase :

- Fiabilité des informations transmises au client => calibration des paramètres de mesure
- Réactivité en cas de panne => création d'une application de traitement spécifique

➤ **78 tests exploités sur 1 mois**

➤ **Rapport d'apprentissage**

Instrumentation

Exploitation

Particularités :

- 8 systèmes indépendants synchronisés => centraliser les informations, la supervision, les alertes
- Périphérique => maintenance de nuit, sous coupure de circulation + nacelle

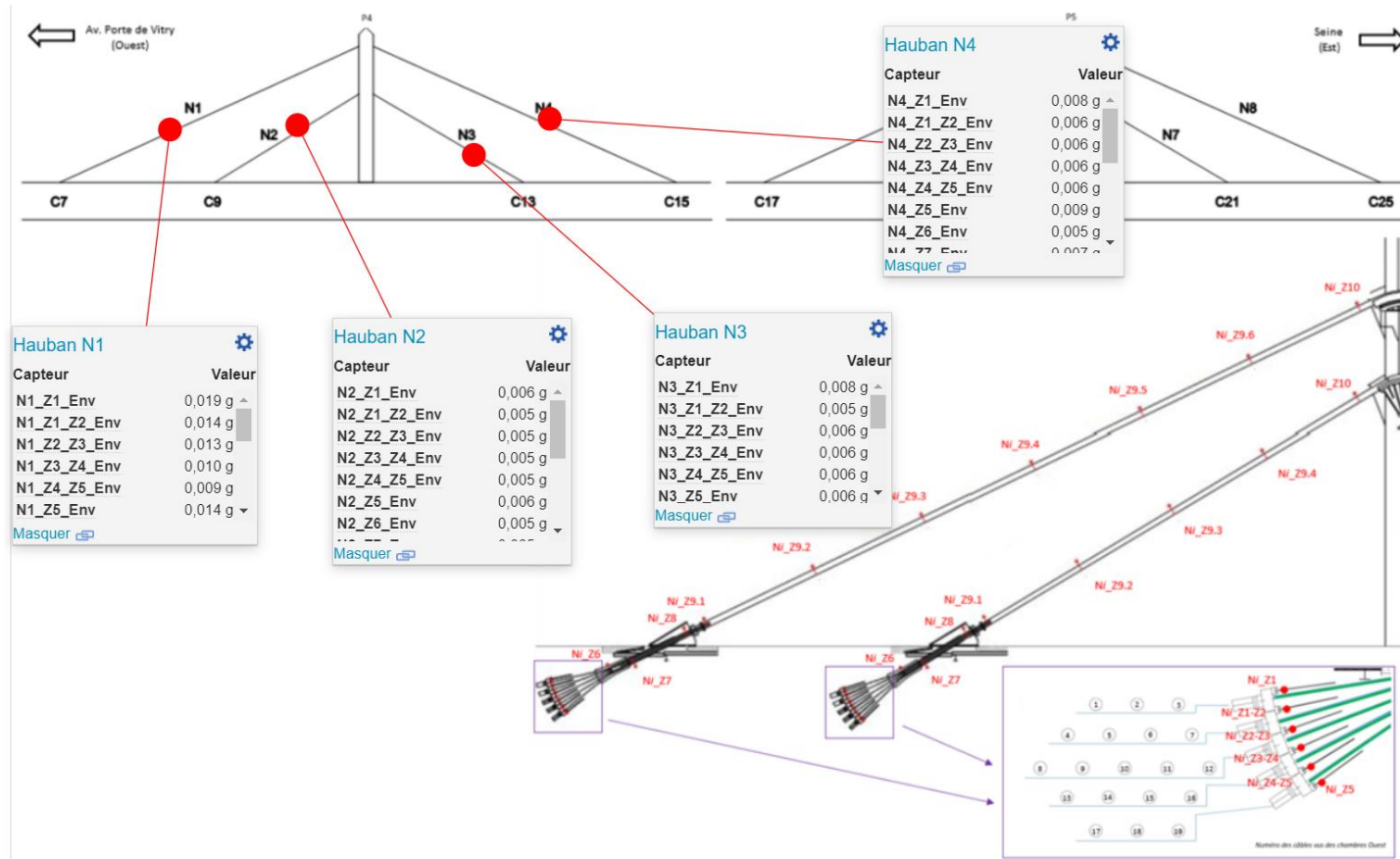
Requis / enjeux de la phase :

- Fiabilité des systèmes + Réactivité en cas de panne => supervision en temps réel + MCO
- Fiabilité des informations transmises au client => tests mensuels in situ
- Réactivité en cas d'alerte => analyse par une équipe spécifique + émission d'un PV
- Communication avec le client => accès au serveur FTP + SIMon-e + rapports mensuels

> Rapports mensuels

Instrumentation

Exploitation

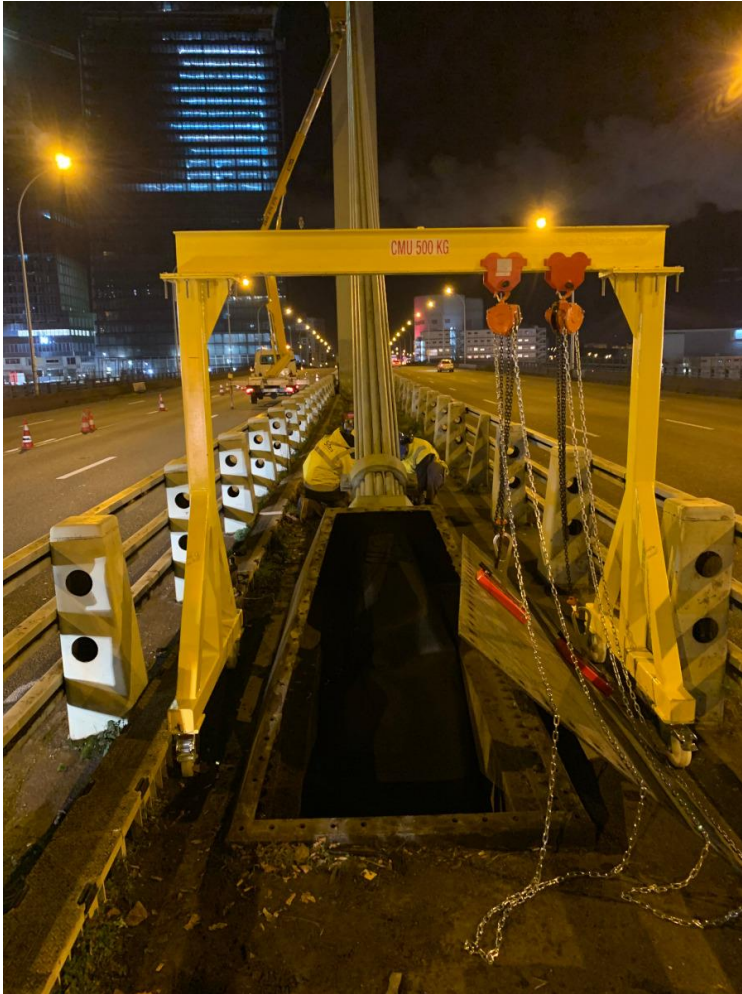


Quelques photos de chantier



- Fréquence d'échantillonnage : 100 kHz
- Bande passante : 20 kHz
- Sensibilité : 100 mV/g \pm 10 %
- Plage dynamique : 80g
- Synchronisation GPS entre les systèmes \sim 0.1 μ s

Quelques photos de chantier



Quelques photos de chantier

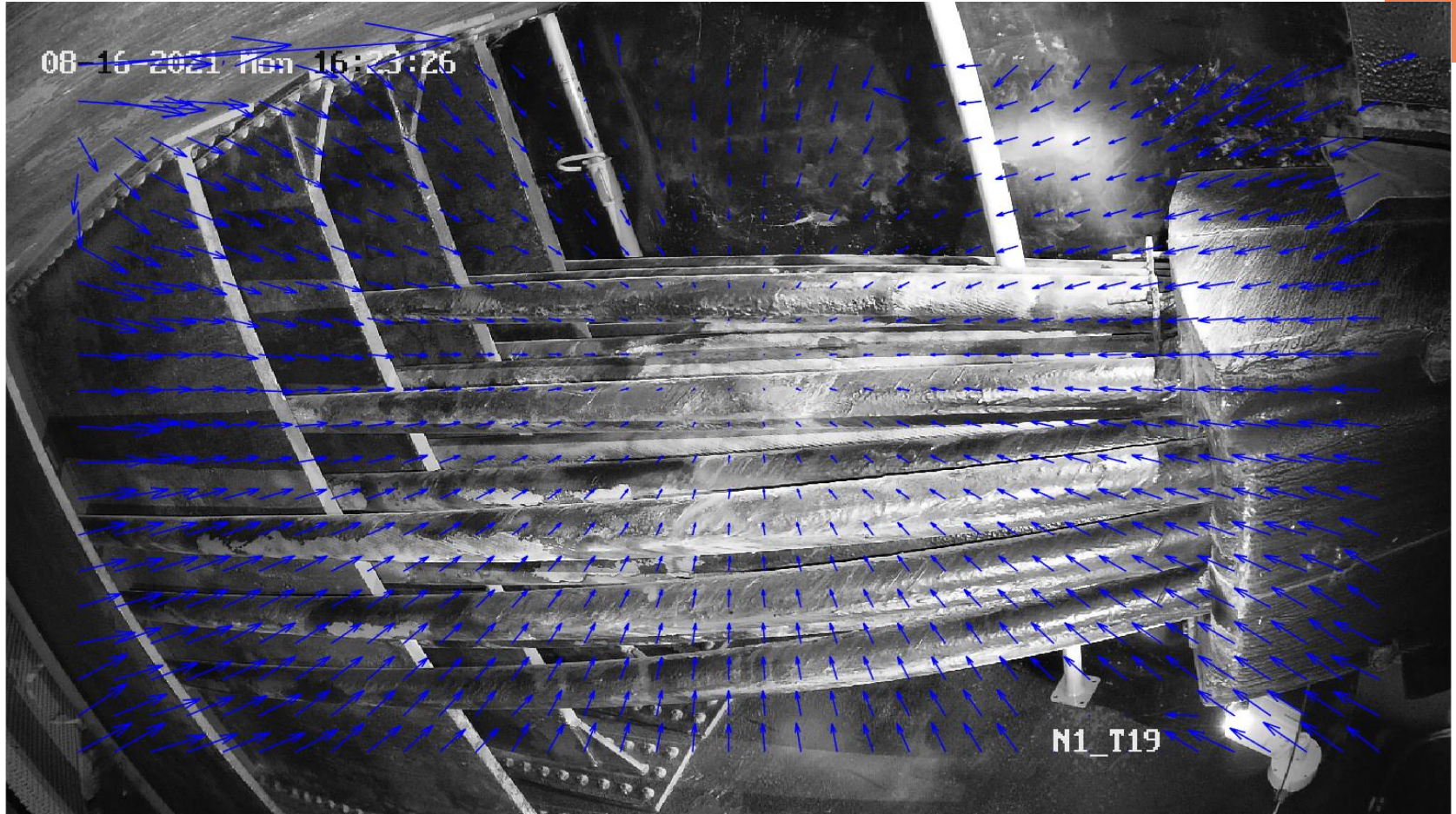


5 nappes de torons → 6 persiennes → 6 accéléromètres

Suivi caméra



Suivi caméra





**Merci pour votre
attention**



Contact

SITES

1 avenue Edouard Belin
92500 Rueil Malmaison

+33 1 41 39 02 00
sites@sites.fr | www.sites.fr