

Projet d'instrumentation du Pont Eric Tabarly



GIS LiRGeC

Institut Ligérien de Recherche
en Génie Civil et Construction

CSTB centre de Nantes

GeM Institut de recherche en génie civil et mécanique

UMR CNRS - Centrale Nantes - Université de Nantes

IFSTTAR centre de Nantes



Le 16/01/2014:
Laurent MEVEL INRIA
Jean Dumoulin IFSTTAR
Louis-Marie Cottineau IFSTTAR



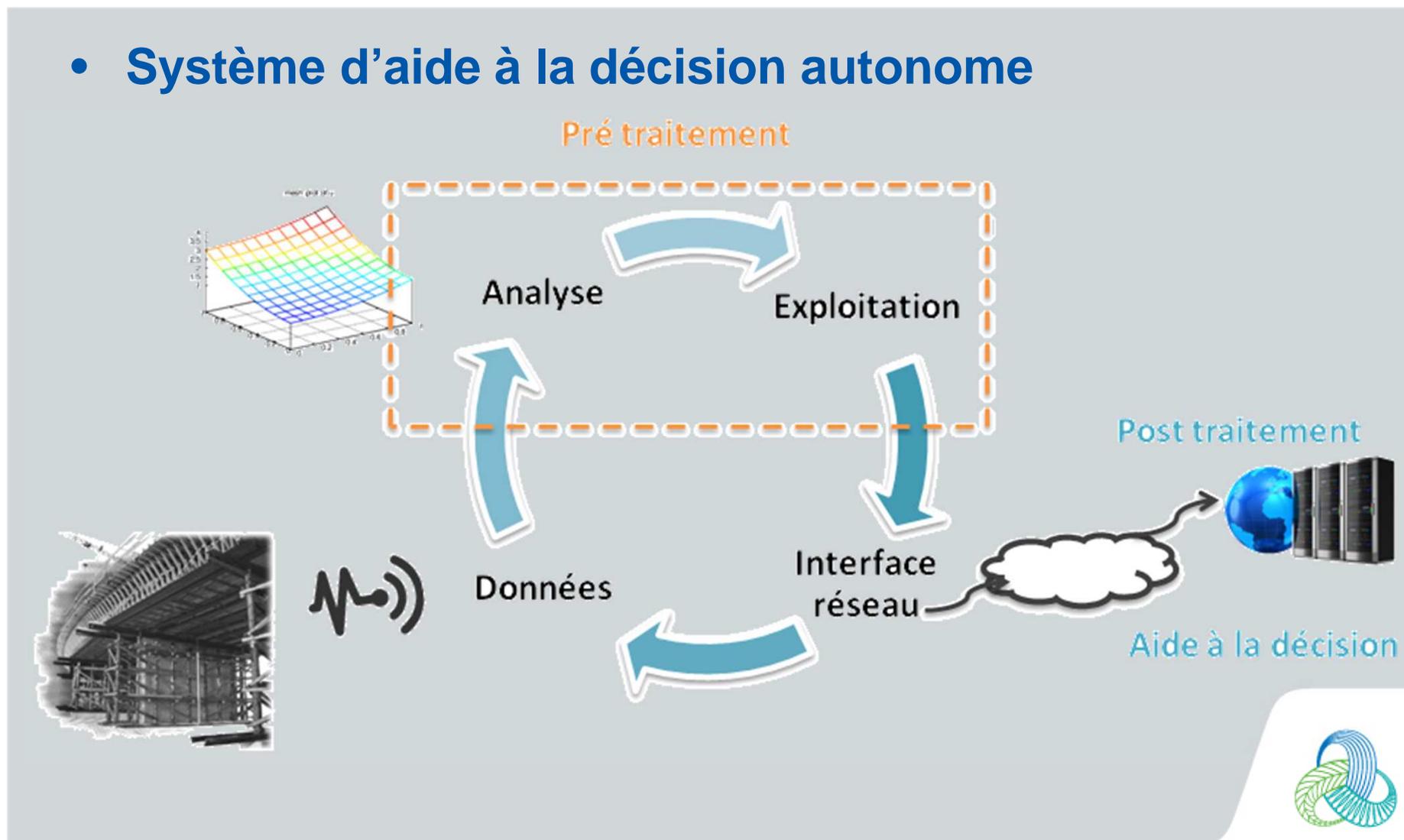
Objectifs

- **LirGec / MAG2C**
 - Disposer d'instrumentations sur ouvrages réels
 - Mettre en place une base de données de mesures partagée
 - Mettre à disposition de Nantes Métropole des résultats d'état structural de l'ouvrage
- **IFSTTAR laboratoires SII/I4S**
 - Méthodes vibratoires et thermiques
 - Expérimenter sur un ouvrage d'art réel les outils et méthodes,
 - Qualifier les appareils en condition réelle sur le long terme,
 - Appliquer différents algorithmes de traitement vibratoire et thermique,
 - Valider les outils de surveillance et de détection automatique
 - Disposer d'un « benchmark » accessible
 - Expérimenter les méthodes de couplage vibratoire/thermique
 - Robuste aux changements de température
 - Structure « simple » permettant la reconstruction thermique



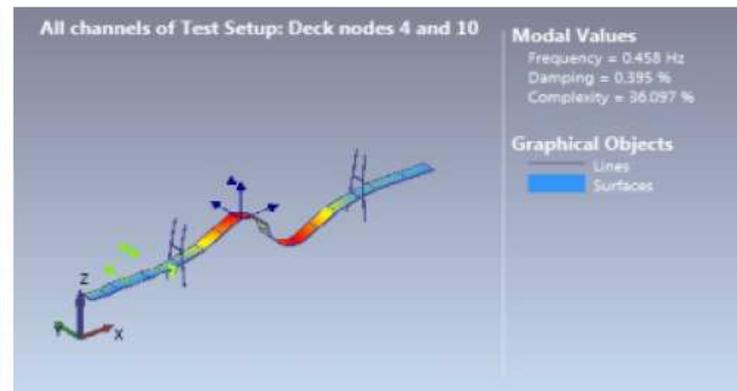
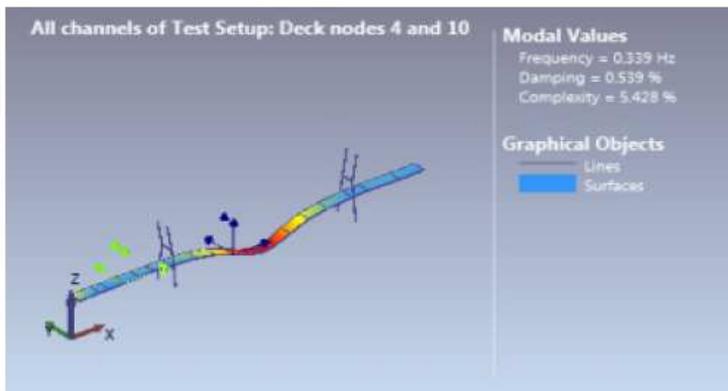
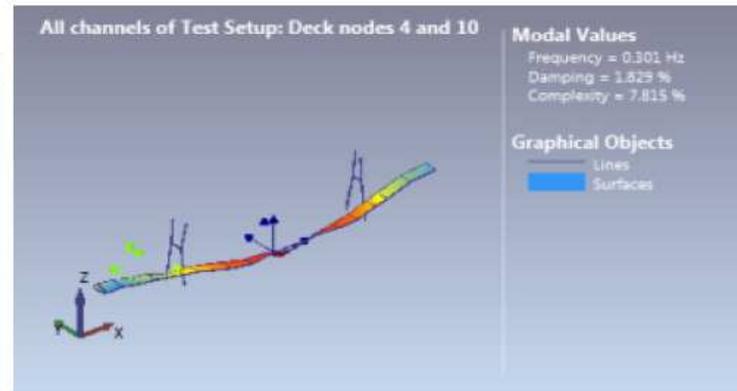
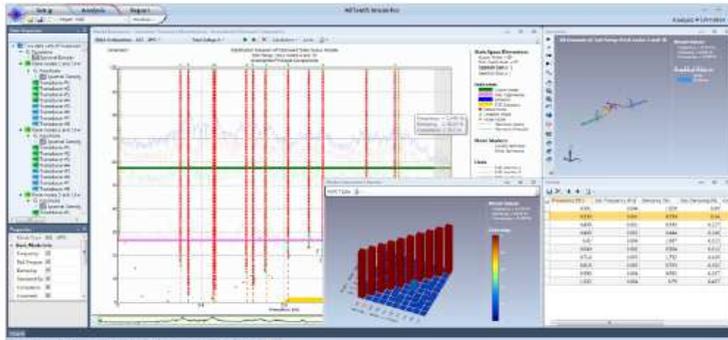
Ambitions

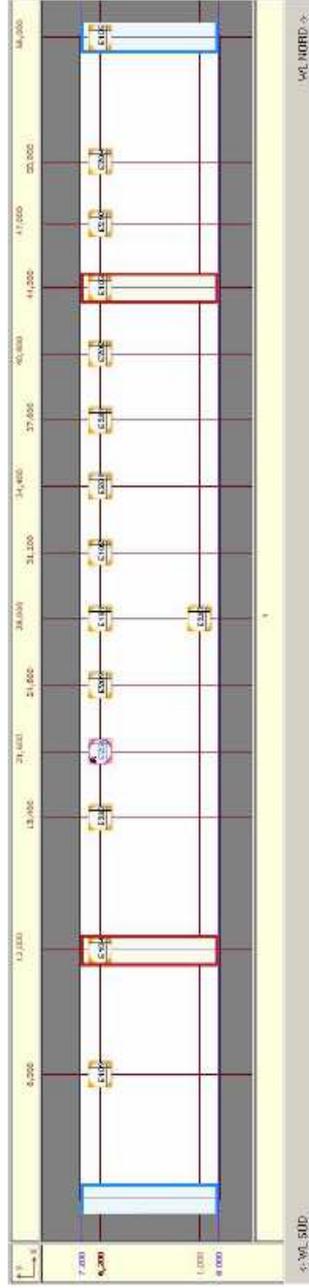
- **Système d'aide à la décision autonome**

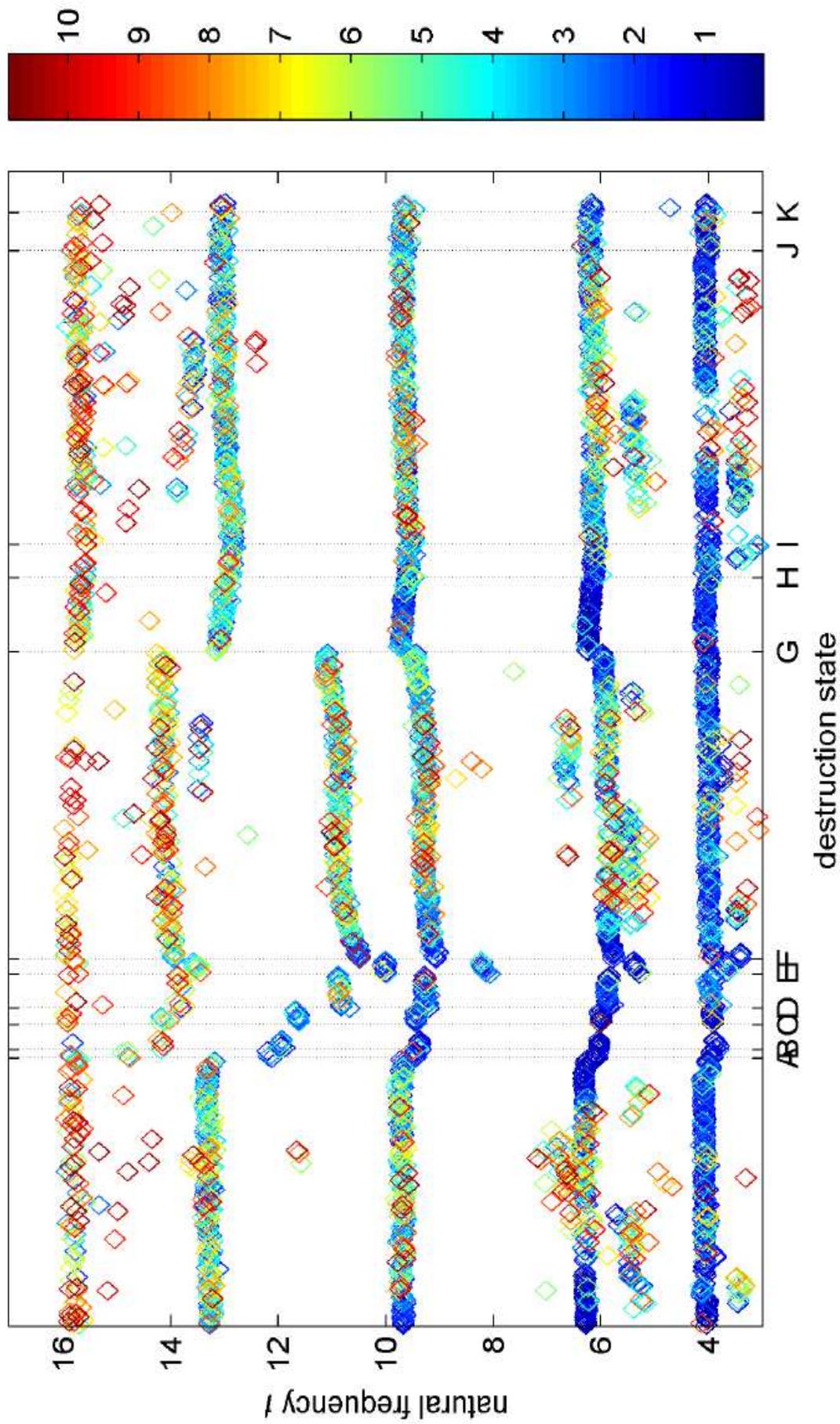


Vasco de Gama

Source: http://www.svibs.com/solutions/case_studies/case_vasco_de_gama.aspx



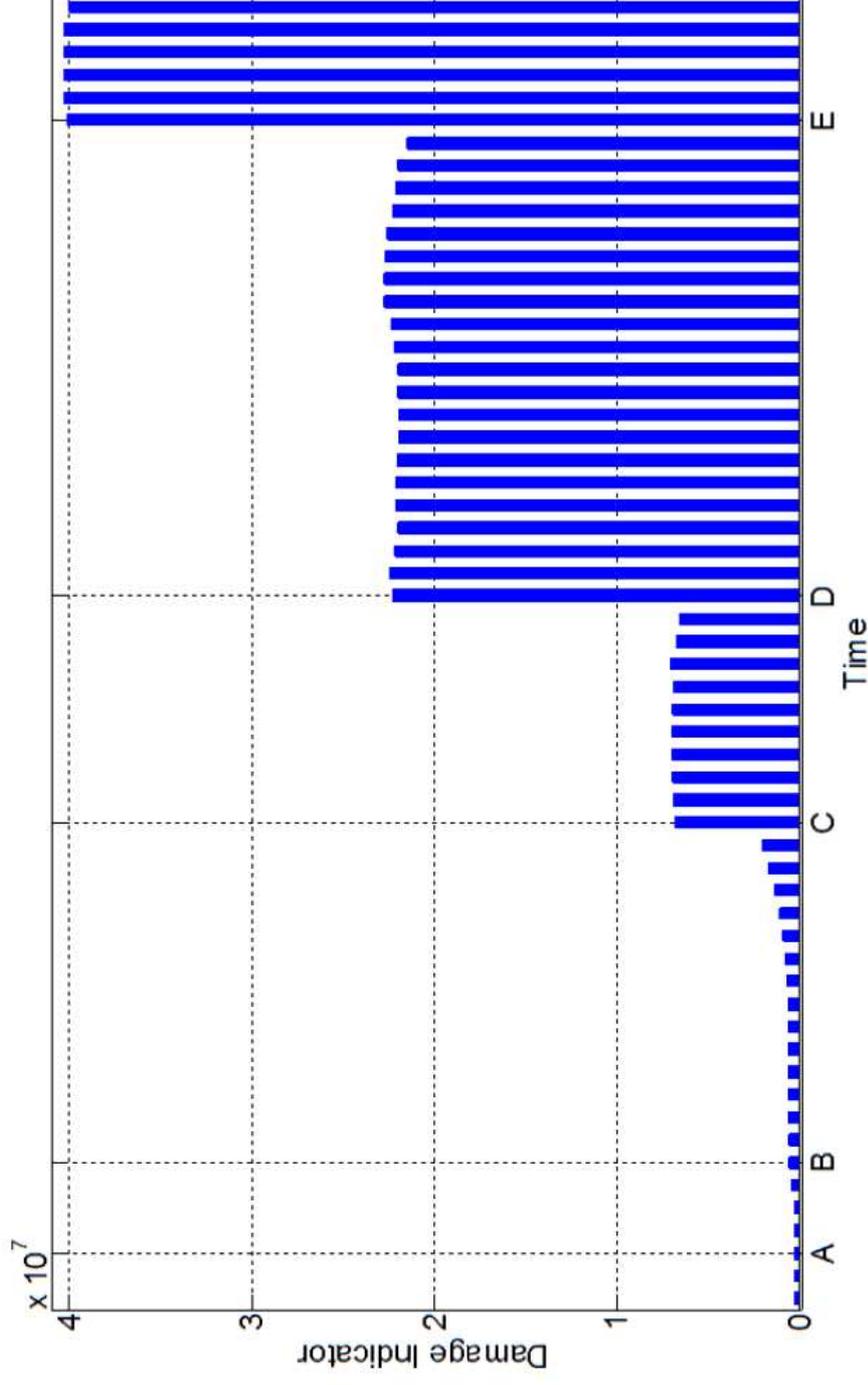




A	First cut through column	G	Uplifting column
B	Second cut through column	H	Exposing cables and cut through first cable
C	Lowering column (first step)	I	Cut through second cable
D	Lowering column (second step)	J	Cut through third cable
E	Lowering column (third step)	K	Cut through fourth cable
F	Inserting steel plates		

Damage detection during progressive damage test

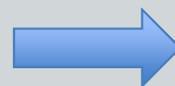
In collaboration with BAM:



A	First cut through column	G	Uplifting column
B	Second cut through column	H	Exposing cables and cut through first cable
C	Lowering column (first step)	I	Cut through second cable
D	Lowering column (second step)	J	Cut through third cable
E	Lowering column (third step)	K	Cut through fourth cable
F	Inserting steel plates		

Aspects thermiques: Position du problème

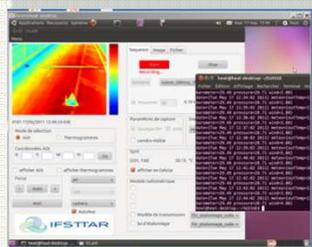
- **Solution IR bas coût**
- **Robuste et fiable**
- **Mise en œuvre simple**



Approche Multi-Domaine

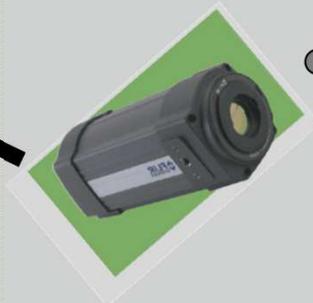
- ➔ Conception de systèmes
- ➔ Informatique
- ➔ Radiométrie infrarouge
- ➔ Méthodes d'analyse

Hardware

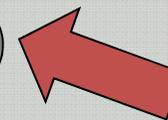


Acquisition de données

Caméra IR



Atmosphère



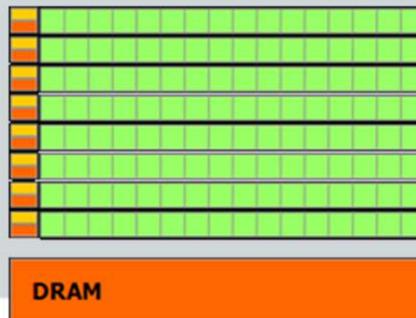
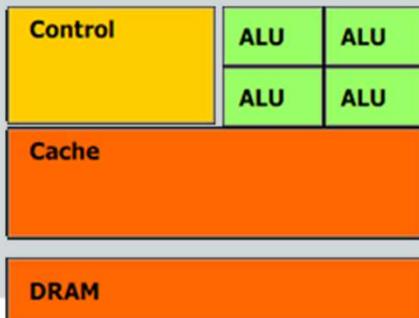
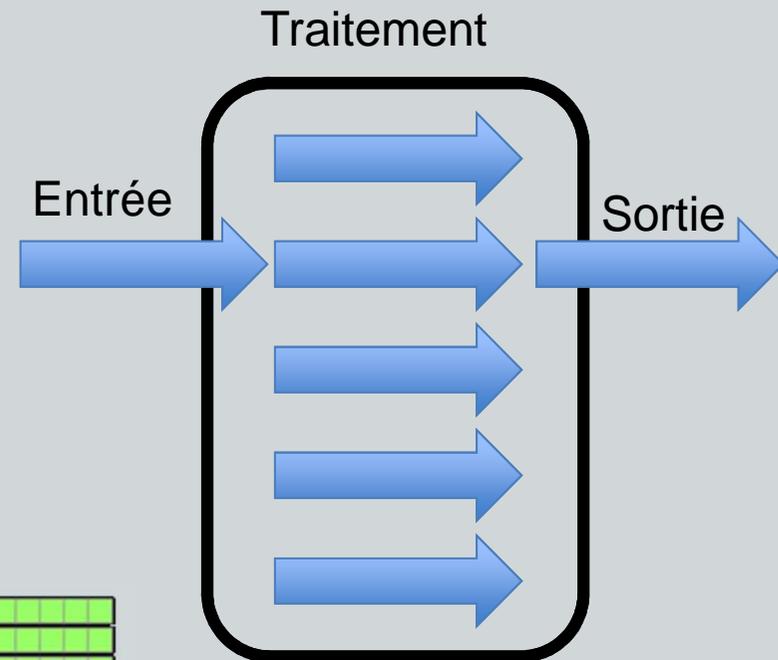
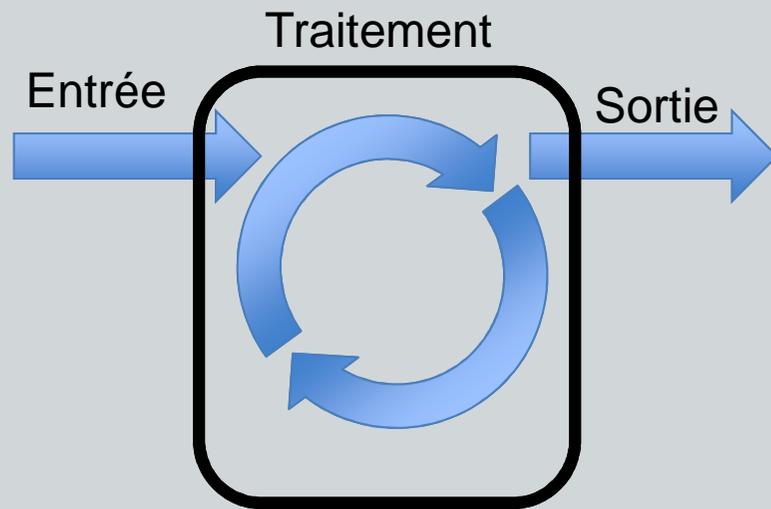
Algorithmes de Post-Traitement

Illustration Schématique



Contexte technologique

- Utilisation des techniques de parallélisation massive
- *General Purpose Graphic Units Processing (GPGPU)*
- Traitements indépendants

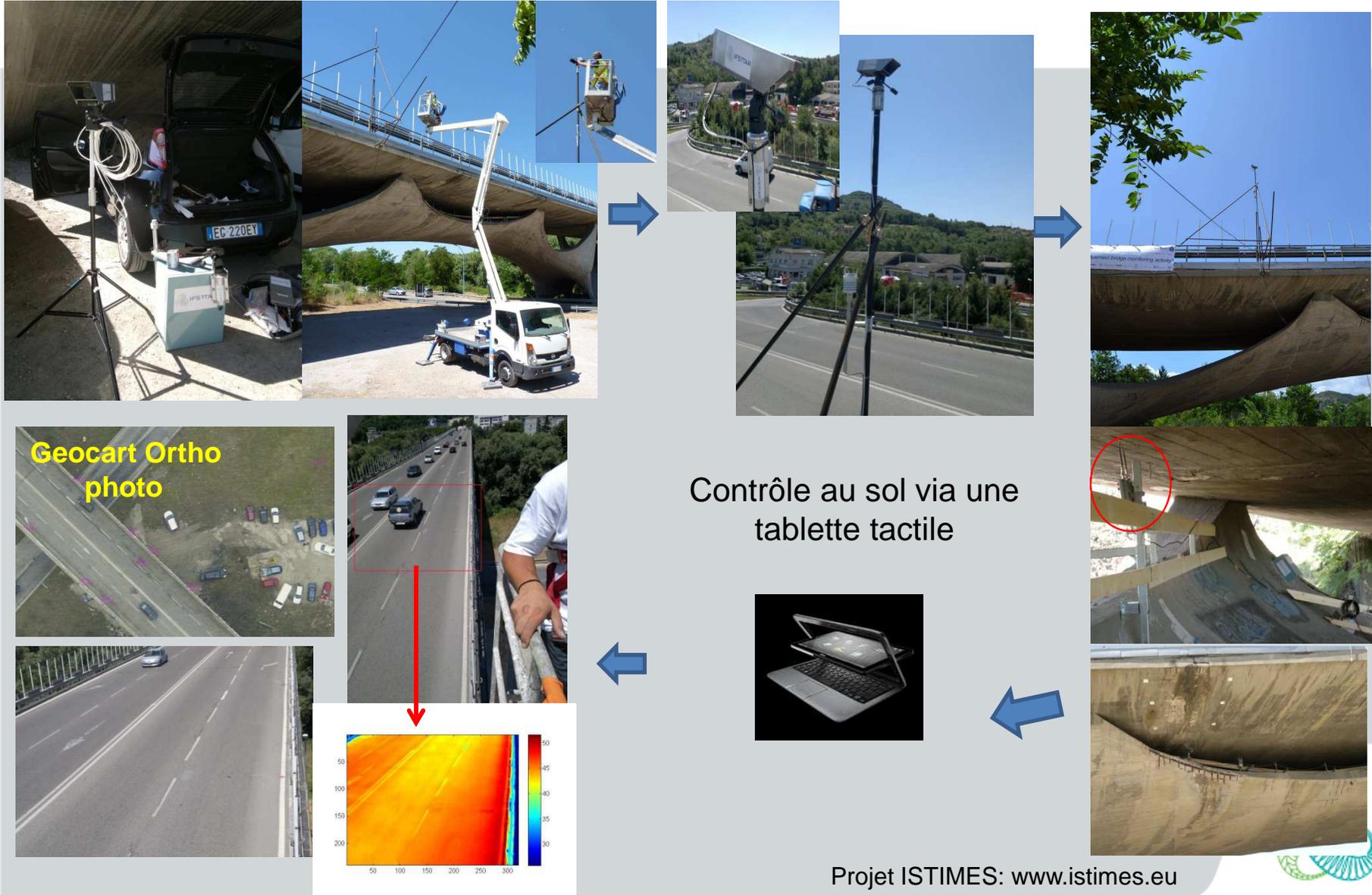


Contexte technologique

- Caméra IR sur IP ou USB
- Résolution spatiale
- Réduction de la consommation en énergie
- Miniaturisation des caméras

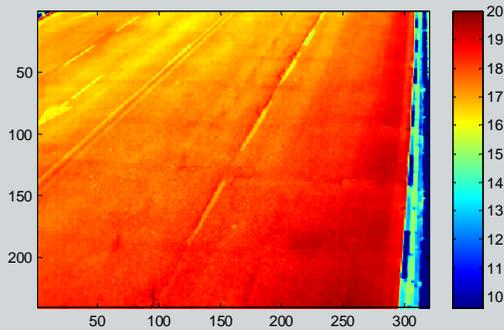


Surveillance thermique long terme par thermographie infrarouge site : Illustration

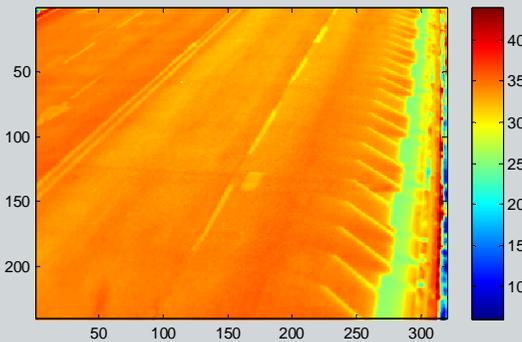


Illustrations : Images thermiques à différents instants du cycle jour-nuit

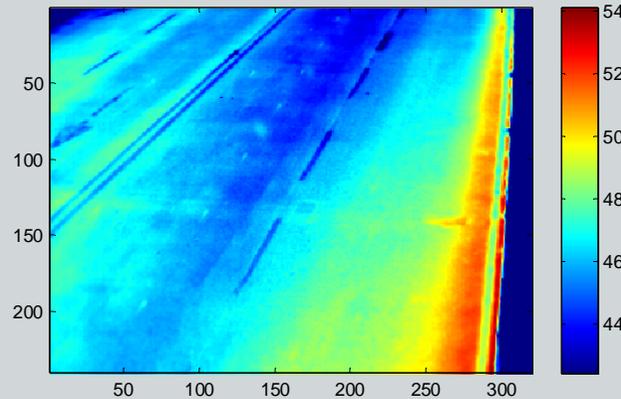
Distribution spatiale des températures de surface au niveau du tablier du pont



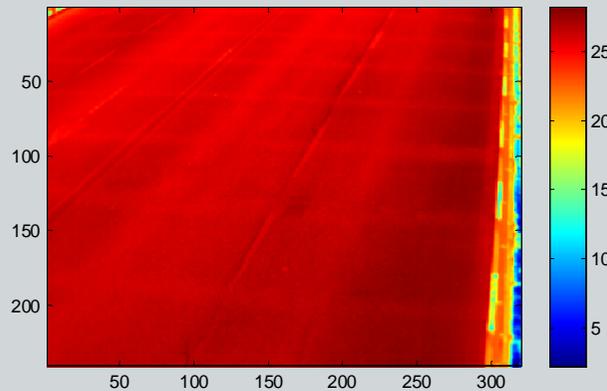
Fin de relaxation thermique



Pendant chargement thermique

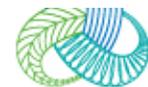
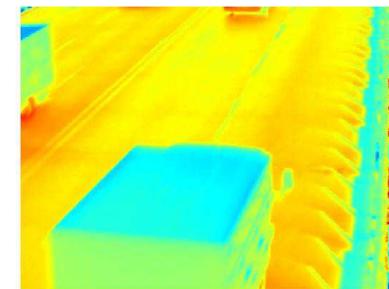


Fin de montée en température (solicitation thermique naturelle)



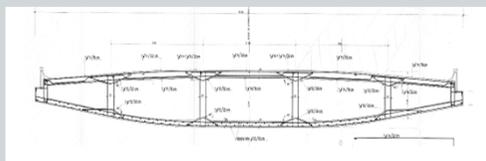
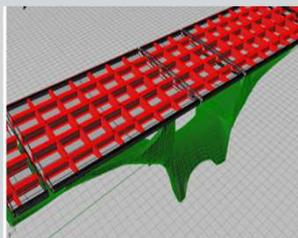
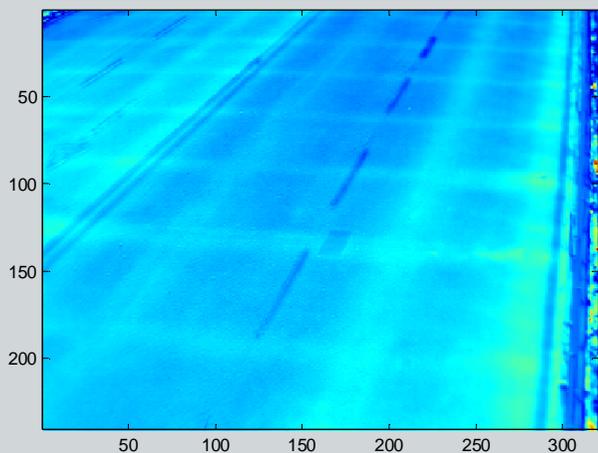
Pendant la relaxation thermique

Images IR à 5Hz

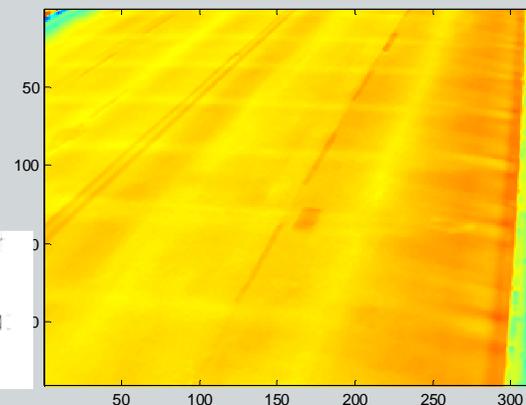


Illustrations : Analyse FFT (PPT) and SVD (PCT)

Magnitude maps



Phase maps



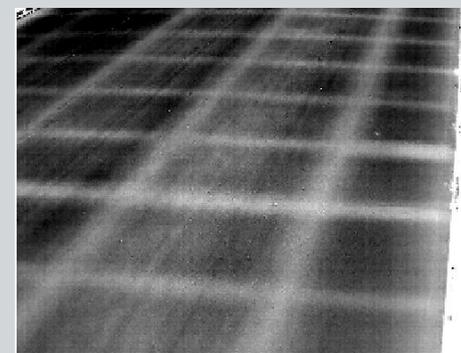
EOF 6 from full sequence



EOF 2 on 1 night



EOF 3 on 1 night



Surveillance thermique

- Retour d'expérience

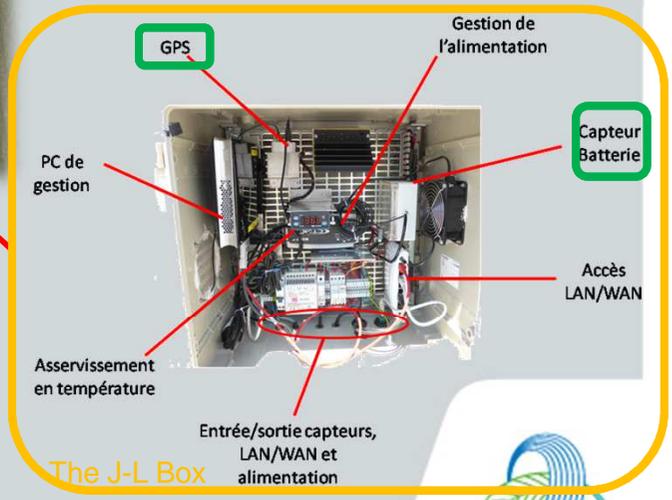
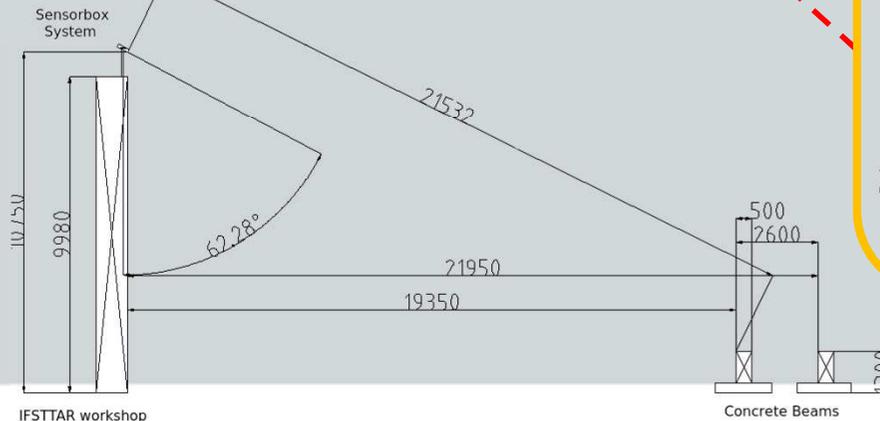
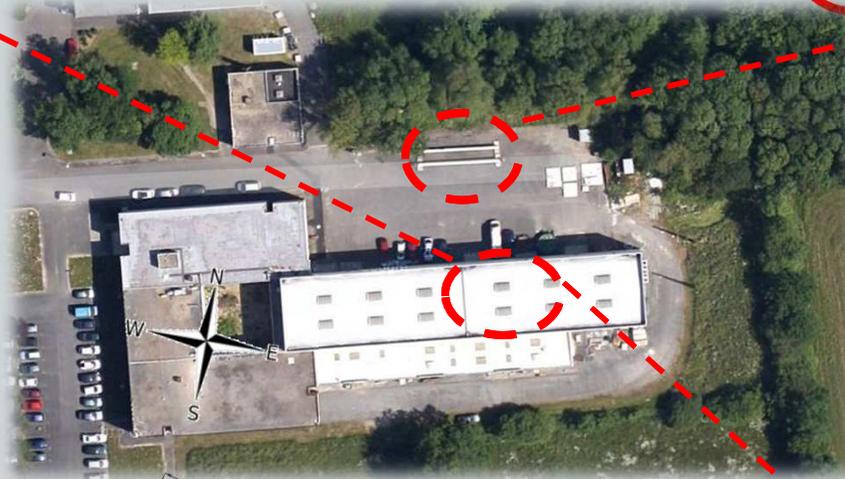
– Mise en œuvre expérimentale



Éléments de structure
16 × 1 × 0.5m
20T

Impact de 120 KJ

- Capteurs
- Système
- Etude



Surveillance thermique

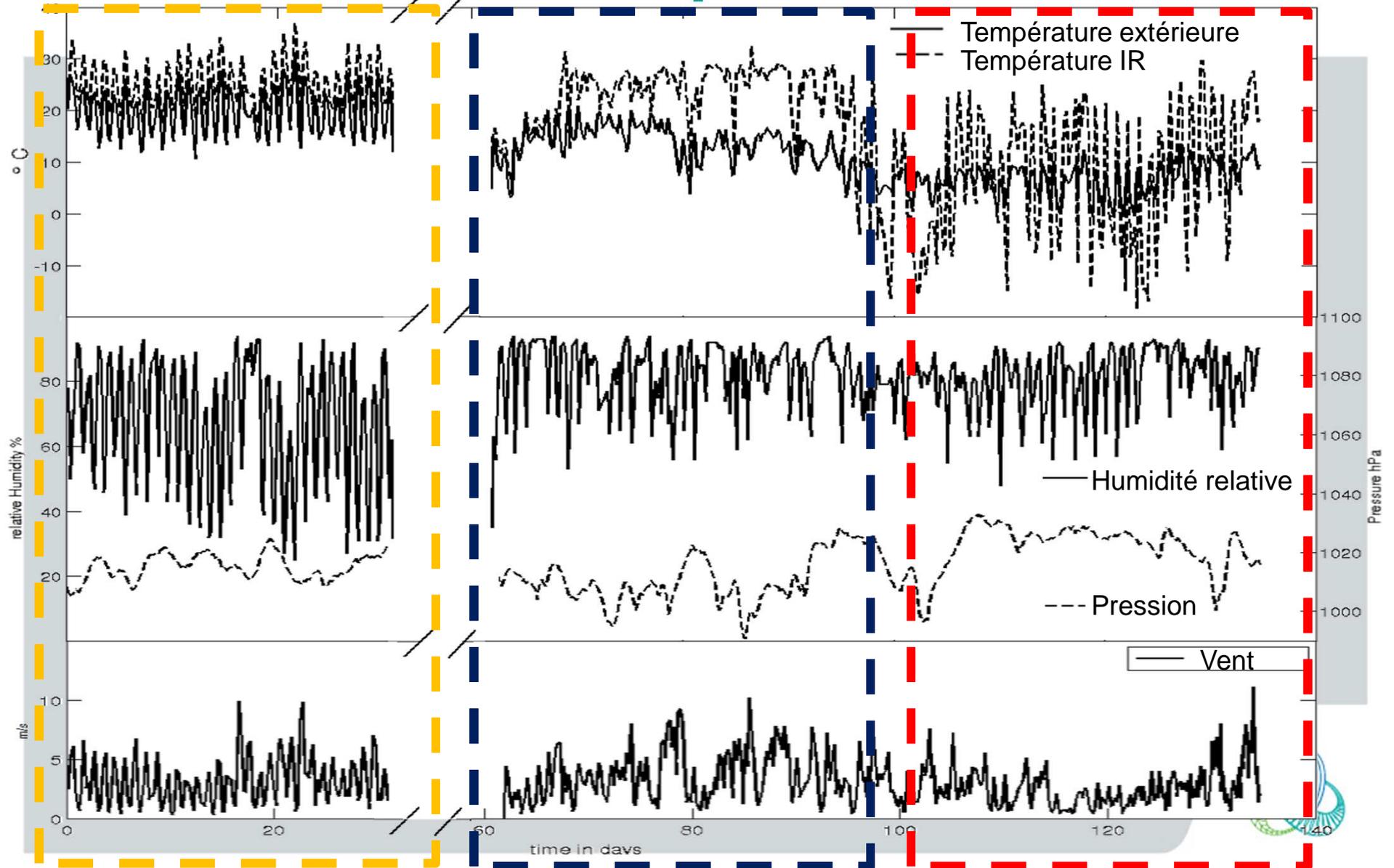
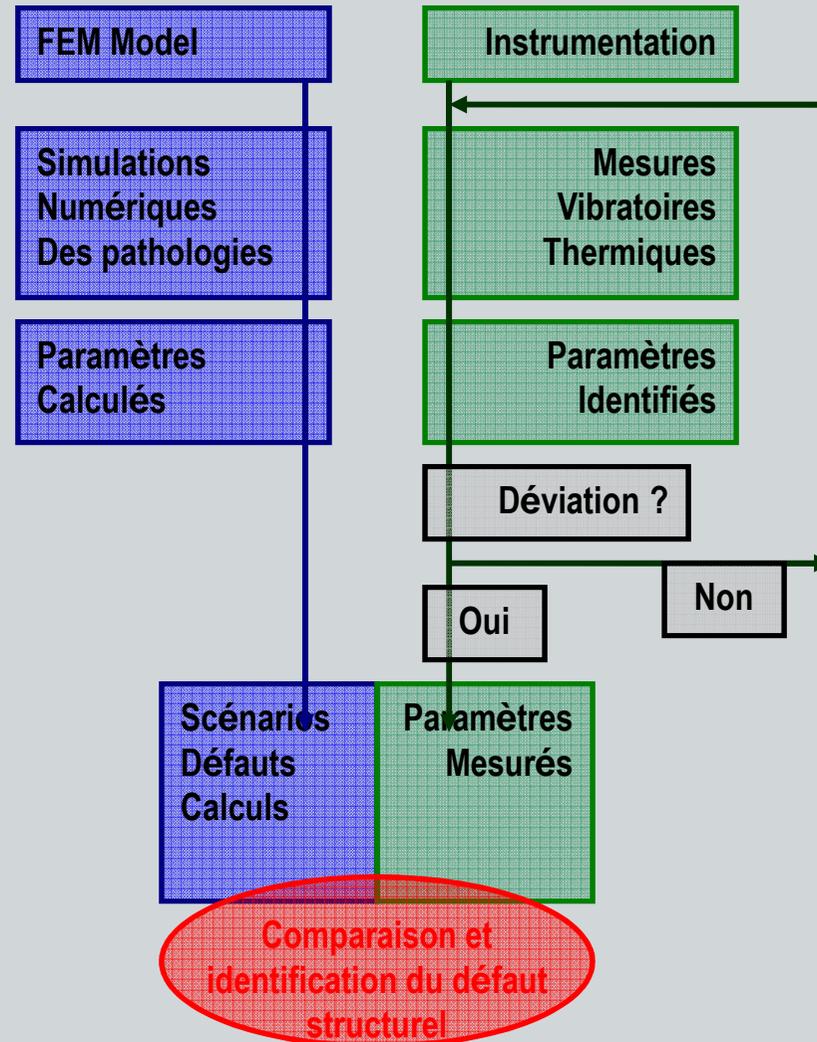
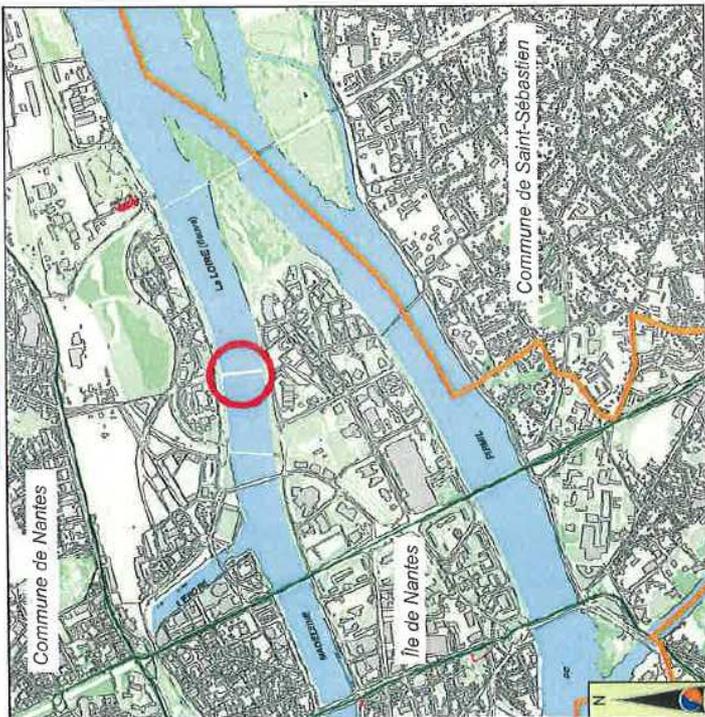


Schéma de principe déploiement « pont Tabarly »

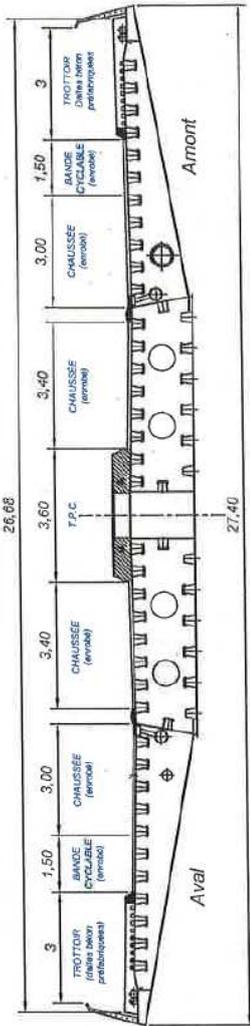


PONT ERIC TABARLY
VSC N° : PR N° 103

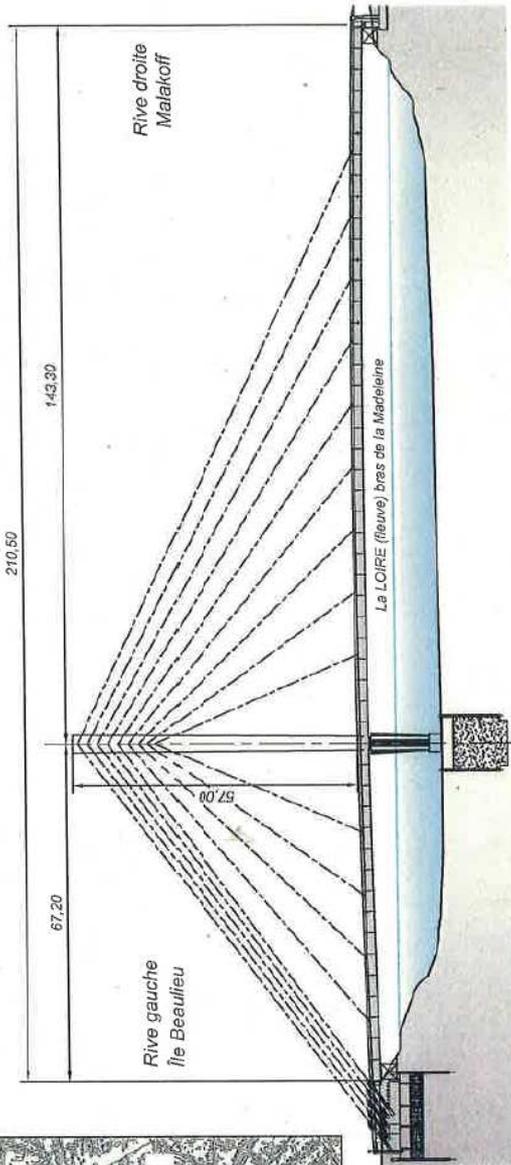
Plan de situation



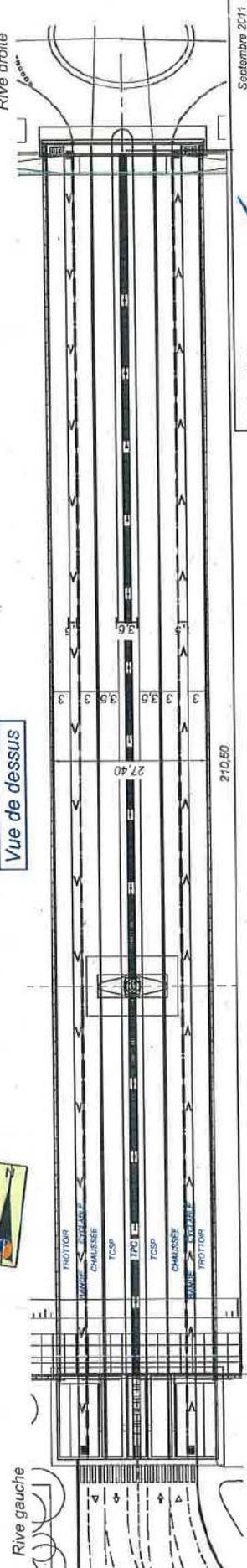
Coupe transversale



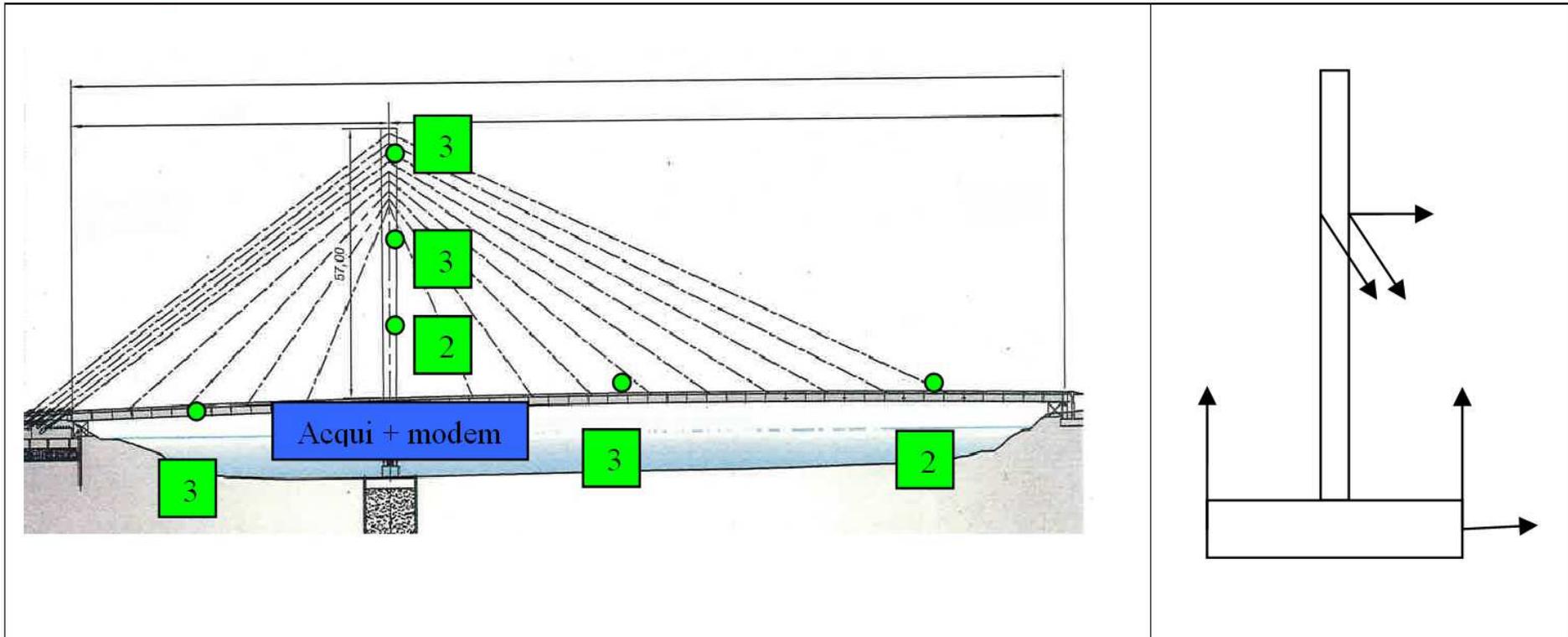
Coupe longitudinale



Vue de dessus



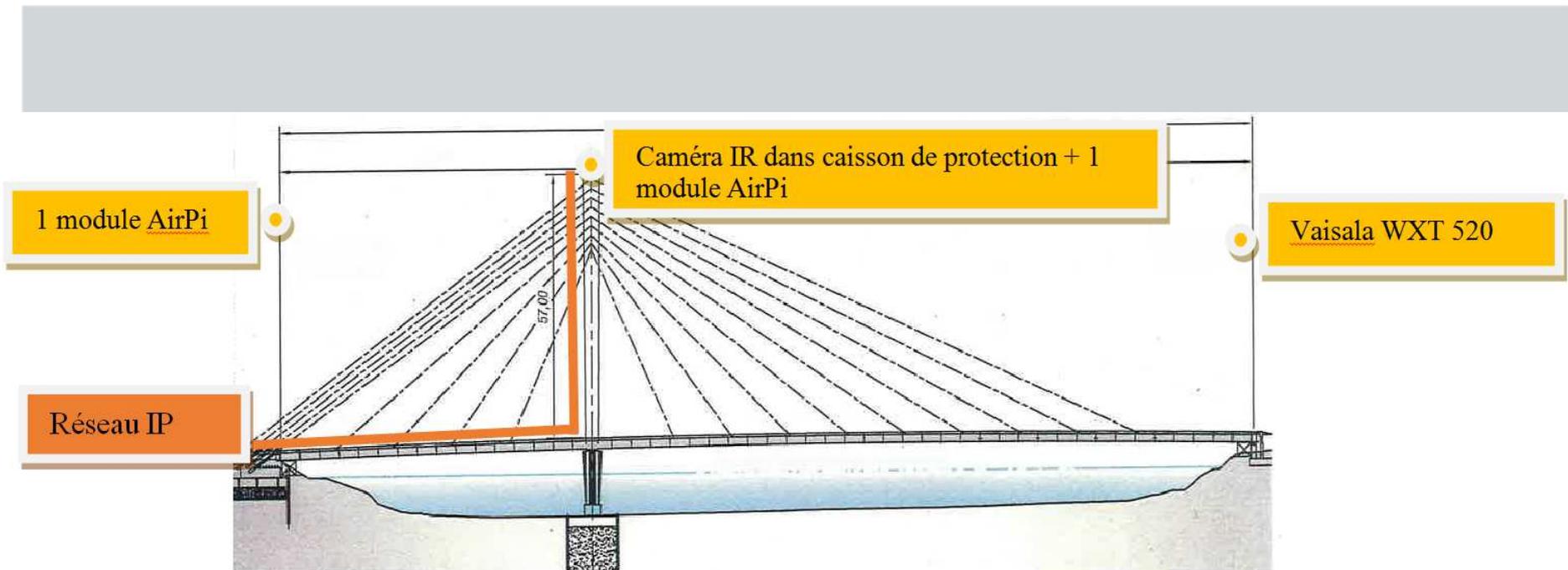
Mesures vibratoires



- 16 Accéléromètres silicon design 2200-002
- 2 cartes PEGASE
- Placement optimale des capteurs → modèle EF



Mesures Thermiques



Budget

N°	Désignation	Nbre	Prix unitaire	Total en €
Monitoring vibratoire				
1	Fourniture de PEGASE : Carte DSP Blackfin	2	1200	2 400
2	Cartes filles 8 voies : Convertisseur analogique/digital 8 voies simultanées +/-5V 16 bits	2	550	1 100
3	Accéléromètre silicon design 2200-002	16	670	10 720
4	Alimentation 220V – 24V DC	1	143	143
5	Hub de connexion réseau	1	1	50
6	Modem 3g - RS232 Antenne Quadri 900/1800/1900/UMTS MARS gain 7.5 - 10 dB- câble 5m- montage plaque	1	840	840
	SOUS-TOTAL			15 253 €
Monitoring thermique du tablier et des paramètres météorologiques locaux				
7	Caméra IR FLIR SC65 (640 X 512 pixels) en LWIR	1	< 8 000	8 000
8	Station météo VAISALA WXT520	1	< 4 000	4 000
9	Mini Stations météo AirPi	2	< 150	300
10	Mini PC	1	< 2 000	2 000
11	Réalisation réseau IP dans ouvrage	1	1 000	1 000
12	Réalisation boîtier de protection Caméra IR	1	< 2 000	2 000
13	Basculement sur IP de la station VAISALA	1	< 1 000	1 000
14	Hub PoE	1	100	100
15	Serveur de données	1	2 000	2 000
	SOUS-TOTAL			20 400 €
	Serveur de données	1		10 000 €
	TOTAL			45 653 €



Merci pour votre attention

Ifsttar

14-20 Bld. Newton

Cité Descartes

Champs sur Marne

77447 Marne-la-Vallée Cedex 2

France

Tél. +33 (0)1 81 66 80 00

www.ifsttar.fr

