



Enseignements Campagne Expérimentale

Intérêt de la mesure de bruit de fond pour l'identification du fonctionnement structurel

C. Boutin – S. Hans

DGCB – CNRS 3237

École Nationale des Travaux publics de l'État

Introduction

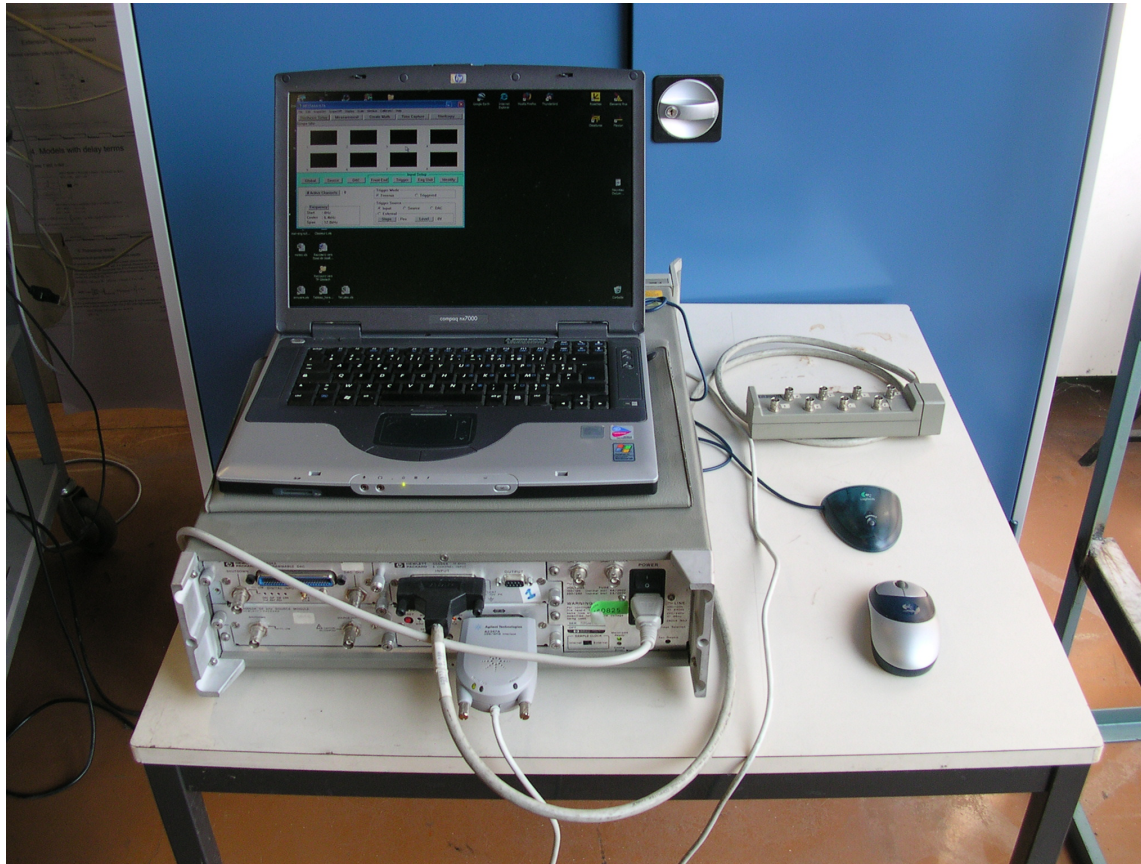
- Cadre de travail
 - Comportement dynamique des structures
 - Ré-évaluation (existant) /Dimensionnement (neuf)
 - Contexte : Séismes /Vents/Houles etc ...
- Mesure des vibrations in situ
 - Informations directes sur le fonctionnement dynamique réel (dispositions constructives / environnement)
 - Identification/quantification des phénomènes
 - Compréhension du fonctionnement structurel

Plan

- Bâtiments testés et Méthodes de mesures
- Exploitation des données et Résultats marquants
- Vers le fonctionnement structurel

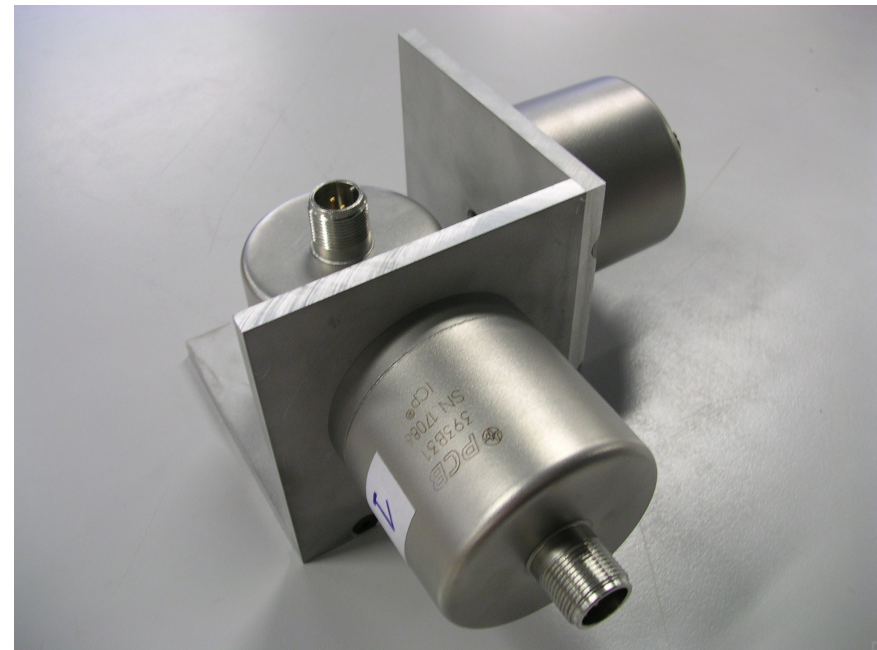
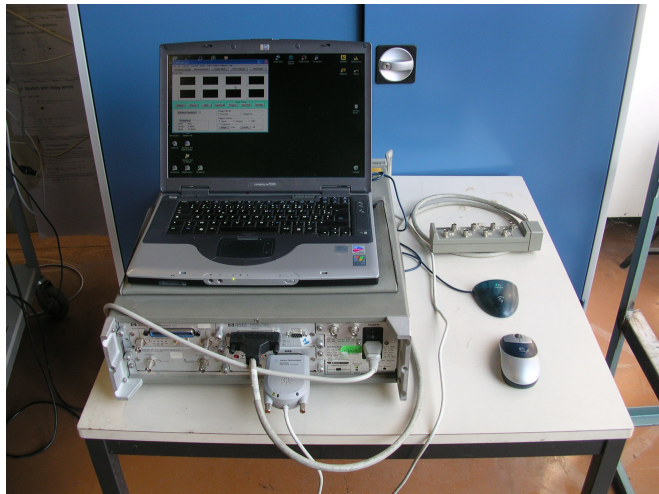
Dispositifs de mesure

- Dispositif 1 :
 - Centrale d'acquisition HP + PC Portable



Dispositifs de mesure

- Dispositif 1 :
 - Centrale d'acquisition HP + PC Portable
 - Accéléromètres 1D PCB
 - 10-6 g // 0.1 à 1000 Hz // poids: 100 g
 - Câblerie blindée



Dispositifs de mesure

- Dispositif 2 :
 - Vélocimètres 3D sans câbles – GPS (0.5 à 200 Hz)



Avantage : 1 bâtiment 1 semaine → 1 jour

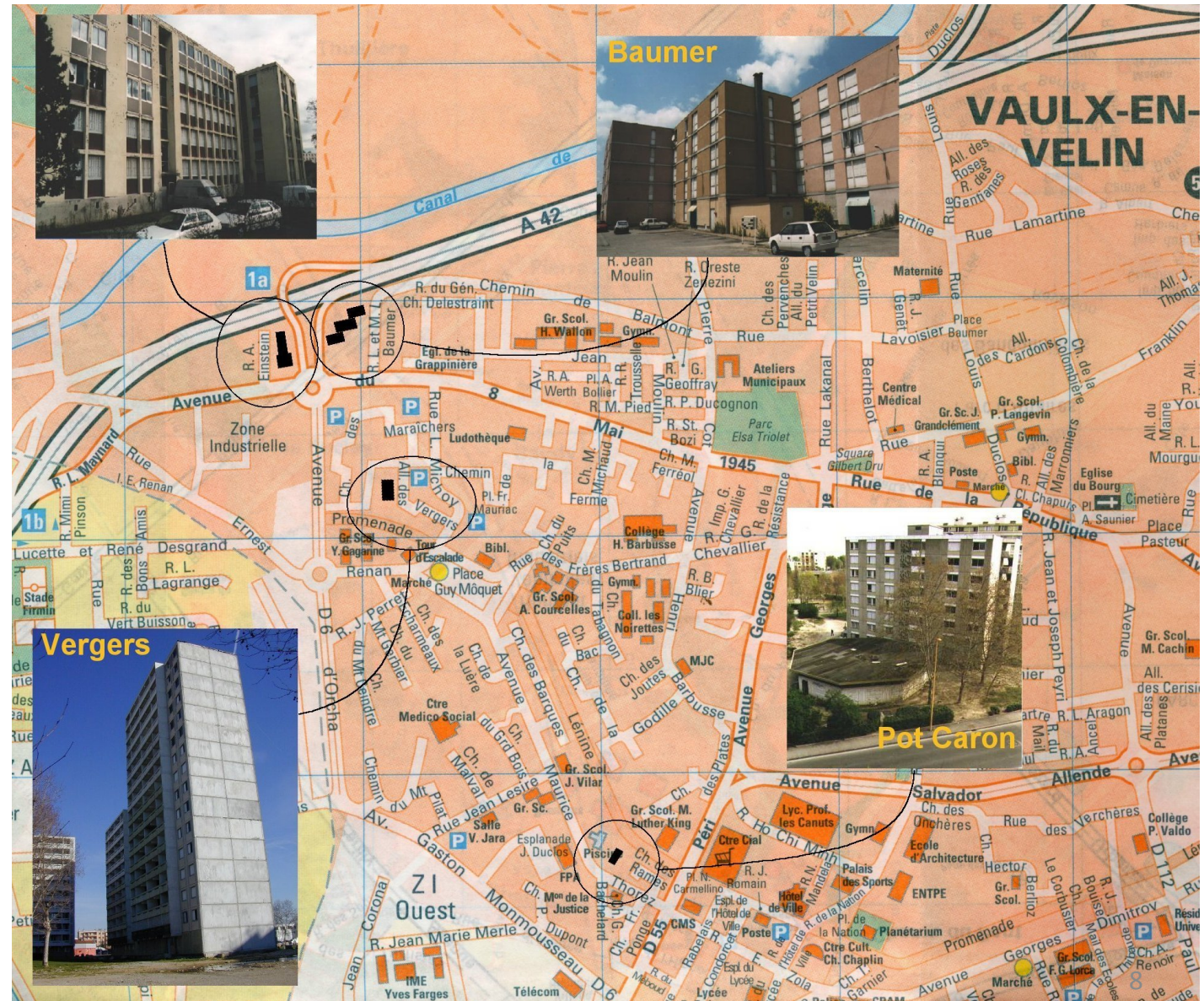
Bâtiments

- Type HLM
 - 1960 à 1975 // 4 à 15 étages // Périodique
 - Béton armé et/ou Maçonnerie de parpaings
 - Vaulx-en-Velin (vide et voué à la destruction)



Vaulx-en-Velin

8 bâtiments HLM



Bâtiments

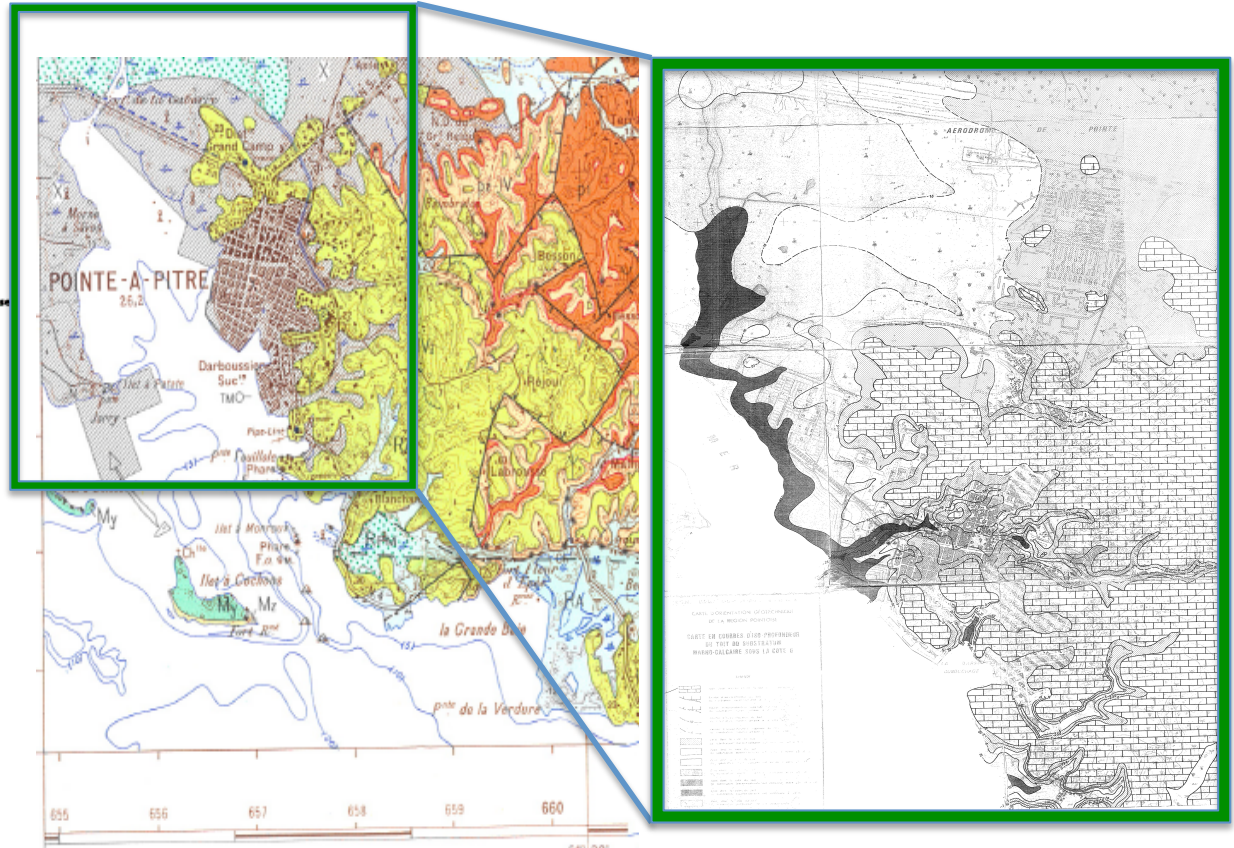
- Bâtiments
 - 1960 à 1975 // HLM // 4 à 15 étages
 - Béton armé et/ou Maçonnerie de parpaings
 - Vaulx-en-Velin
 - Guadeloupe (ANR ARVISE) : sols médiocres



Contexte Guadeloupe



21/11/2004
Saintes M6



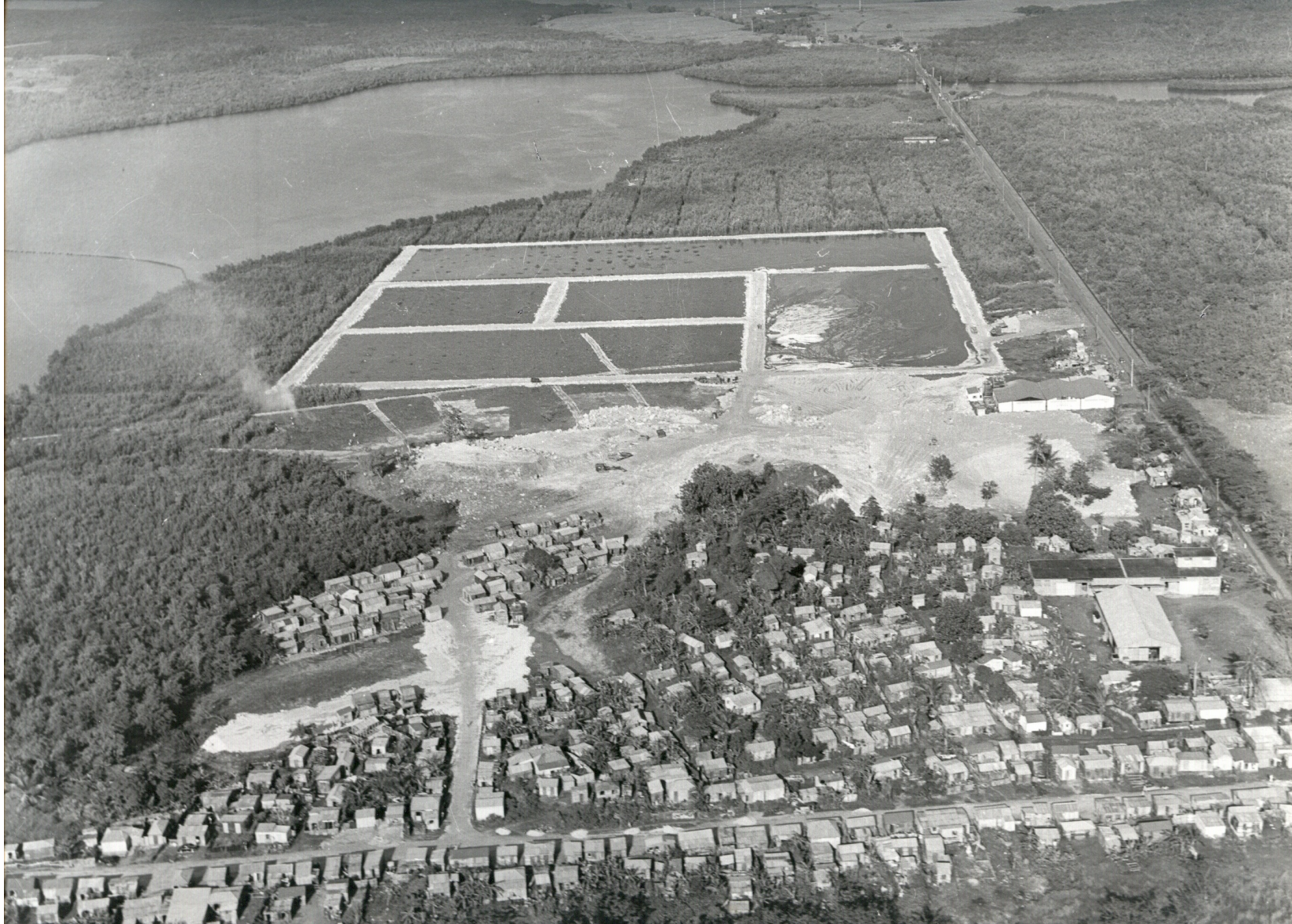
Pointe-À-Pitre

Existence de sols mous très compressibles

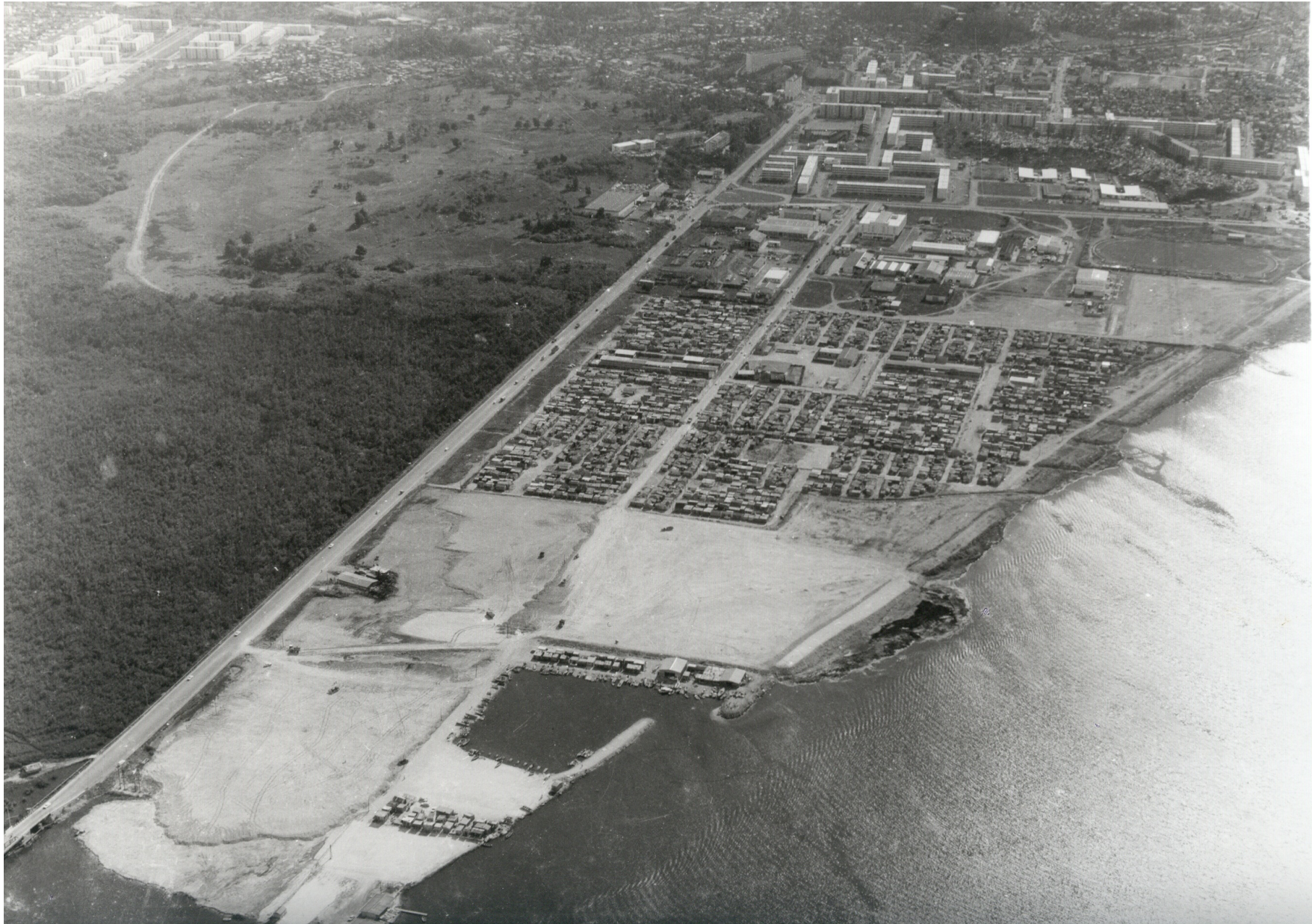
Basse-Terre

Rocher

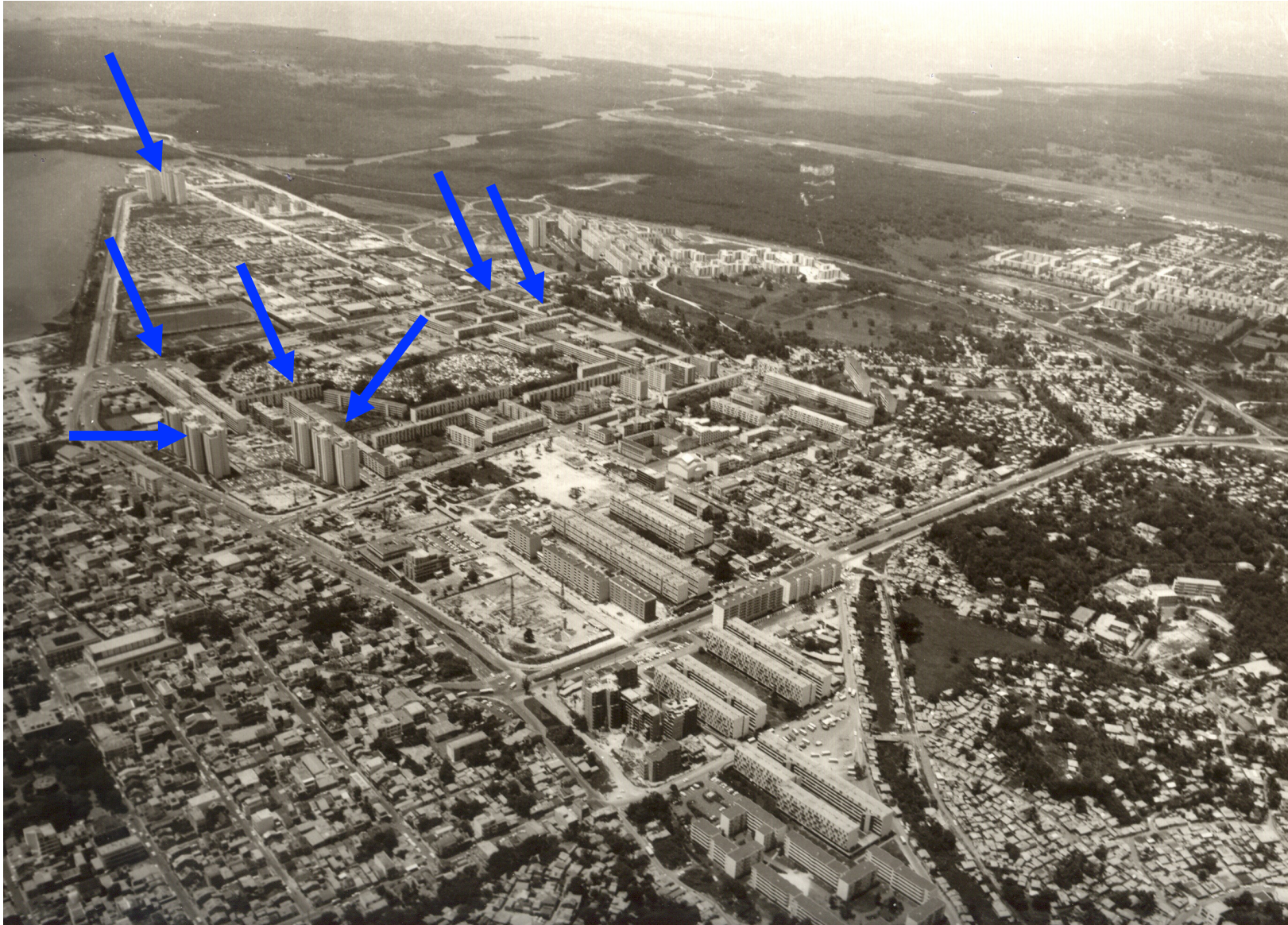
Mangrove - Rivière Salée



Remblaiement

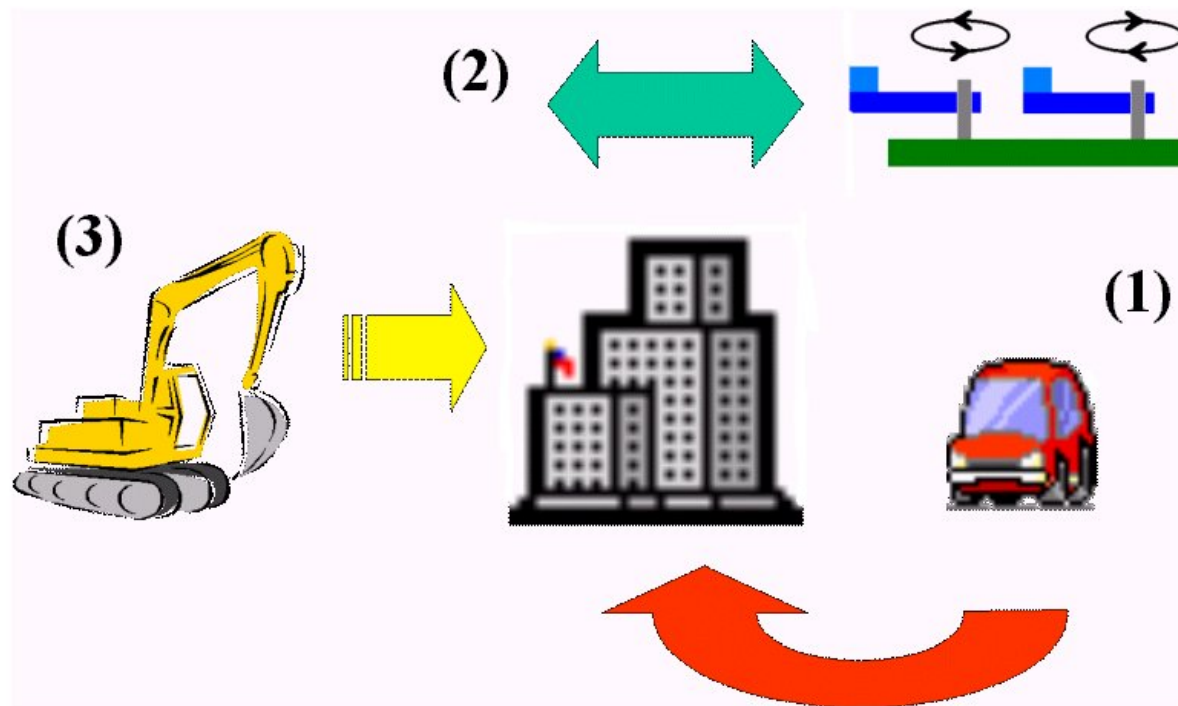


Campagne de Pointe à Pitre



Les techniques de mesures

- Trois techniques :
 - (1) Mesure du bruit ambiant $\sim 10^{-5}g$
 - (2) Utilisation d'une excitation harmonique $10^{-3}g$
 - (3) Chocs $\sim 10^{-2}g$

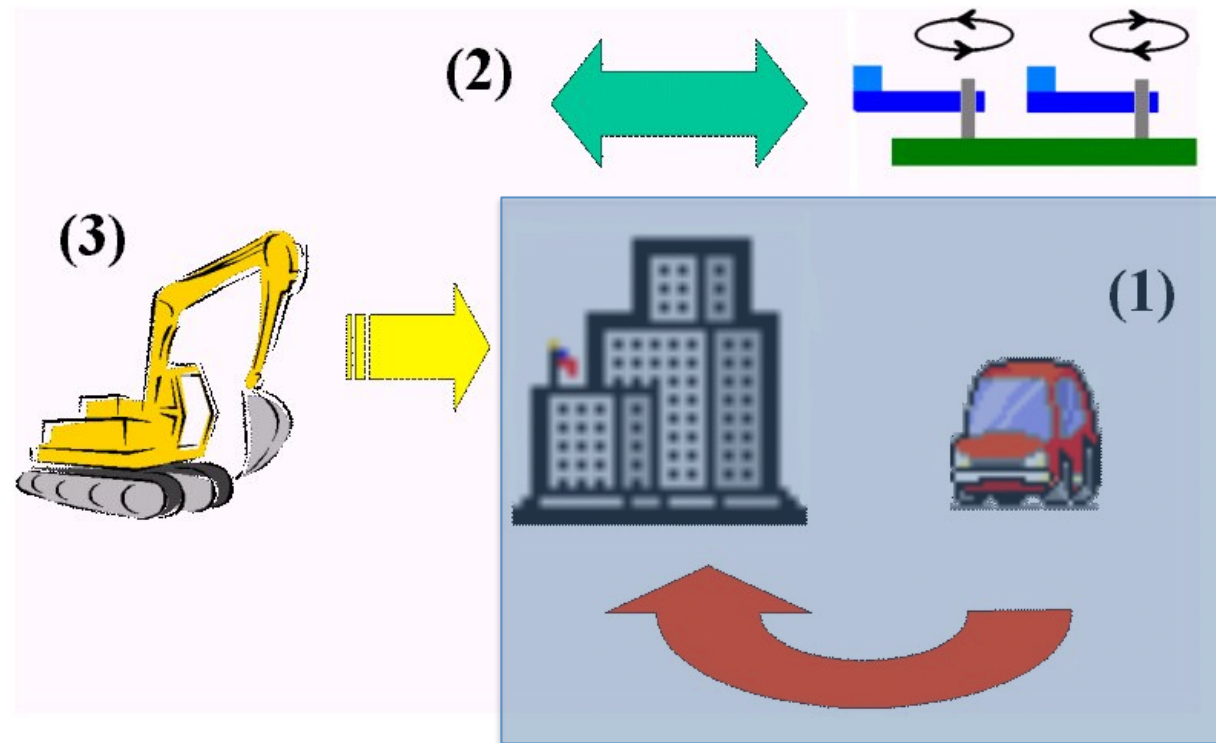


Les techniques de mesures

- Trois techniques :
 - Mesure du bruit ambiant
 - Utilisation d'une excitation harmonique
 - Chocs
- Intérêt : validation de la mesure sous bruit ambiant par comparaison croisée des résultats

Bruit ambiant

- Origine : Activités humaines / Sources naturelles

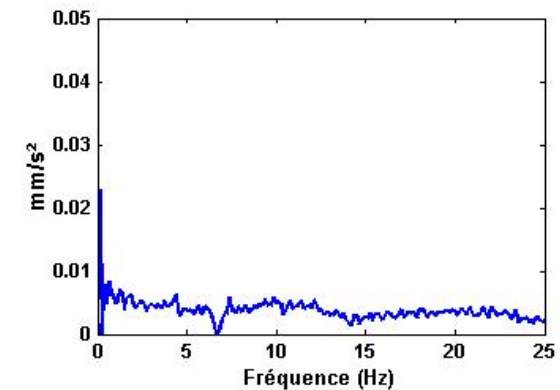
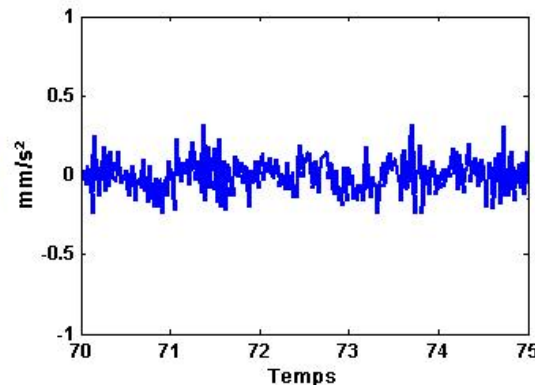
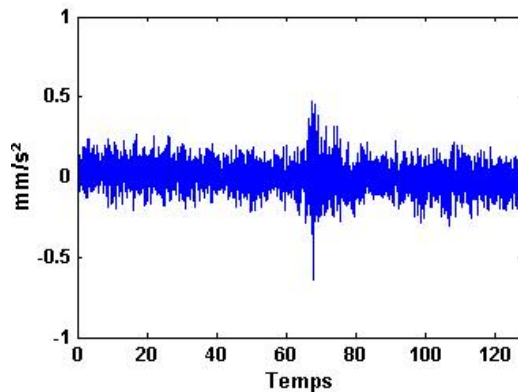


Bruit ambiant

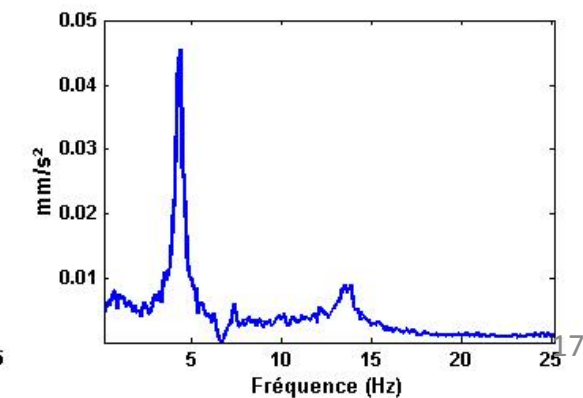
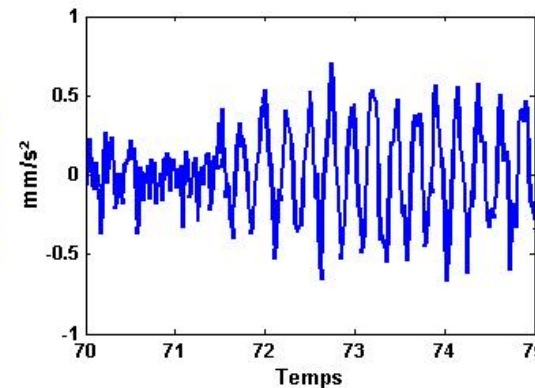
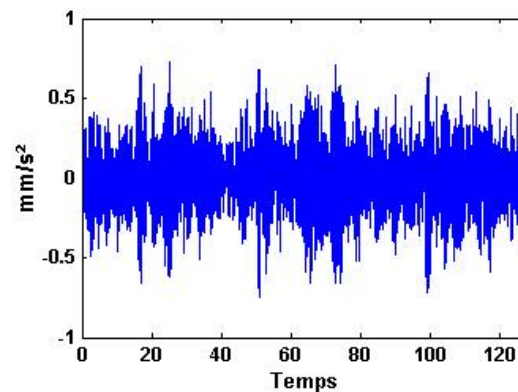
- Origine : Activités humaines
/ Sources naturelles
- Mesure : 20 min



RdC

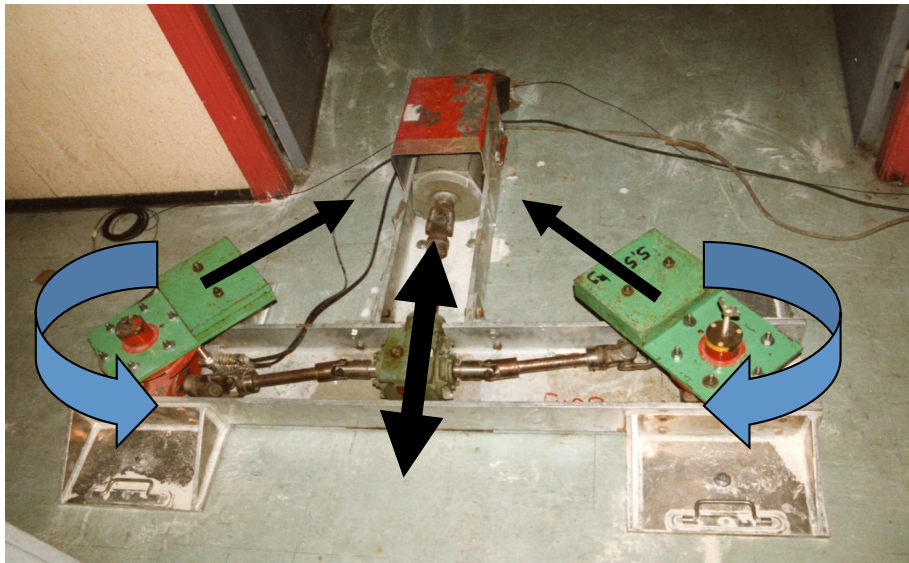


En tête



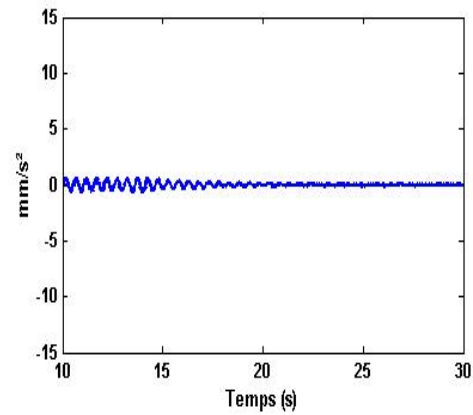
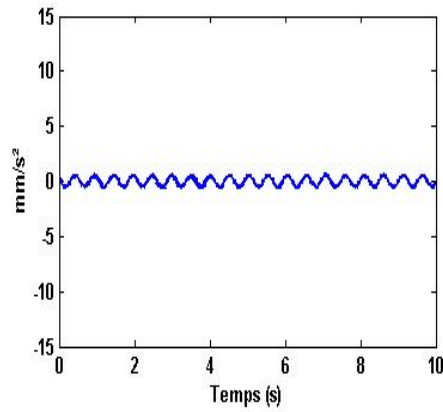
Forçage harmonique

- Masse embarquée : jusqu'à 65 kg
- Fréquence : jusqu'à 8-9 Hz
- Force : jusqu'à 700 kg

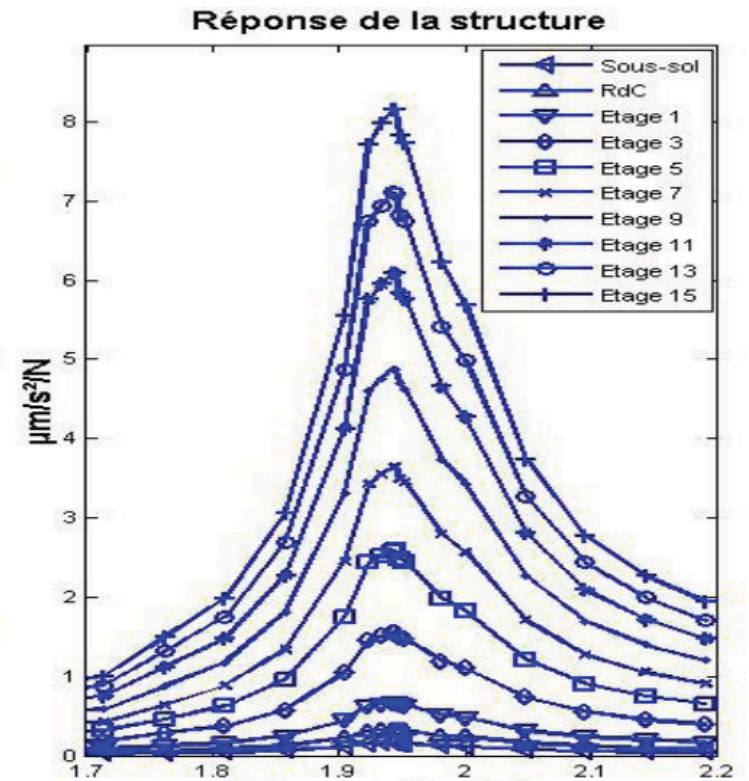
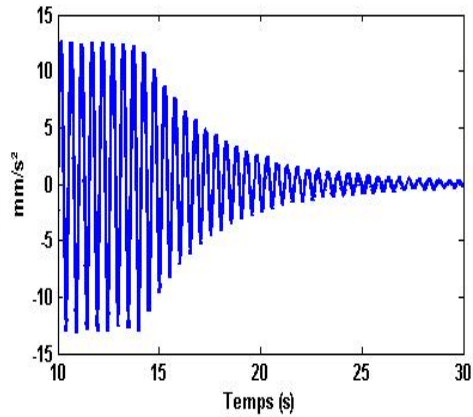
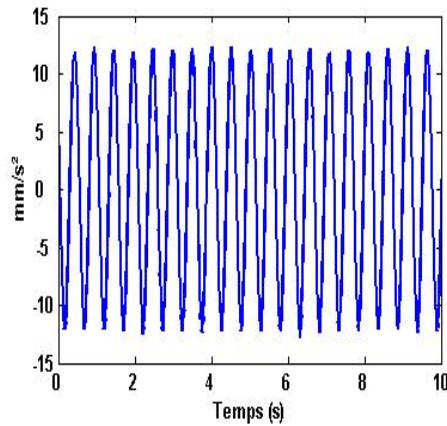


Forçage harmonique

RdC



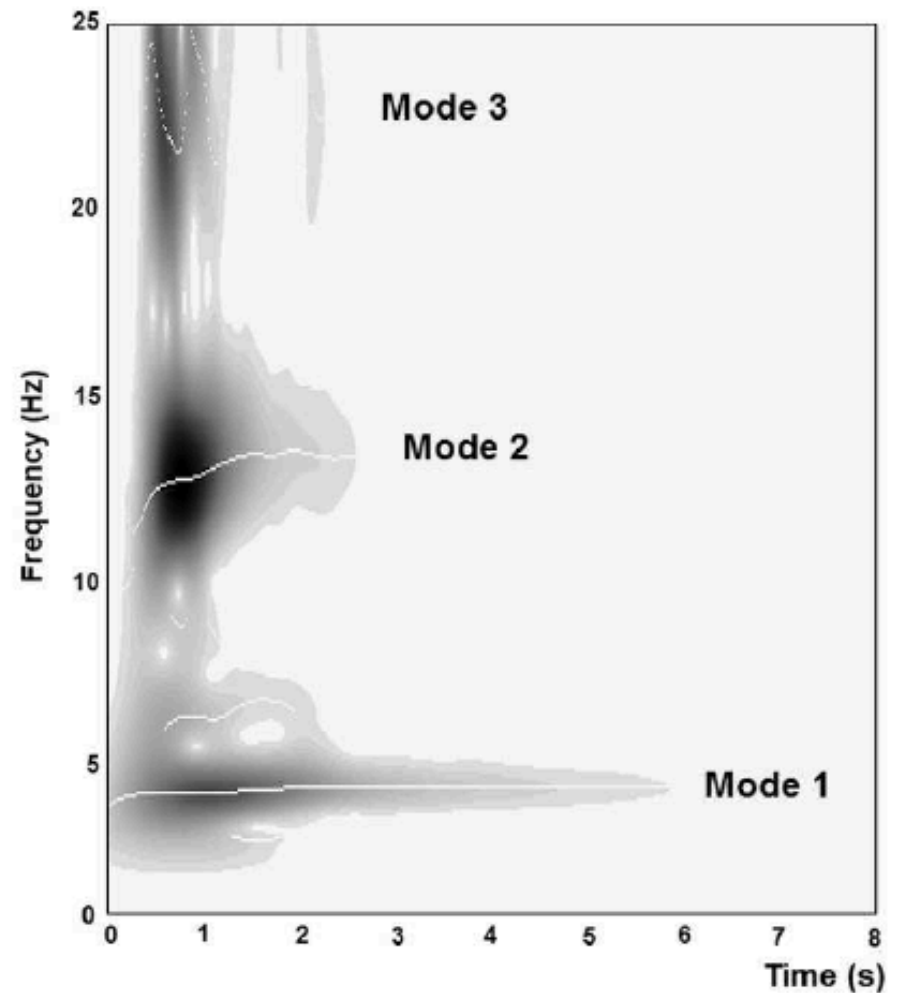
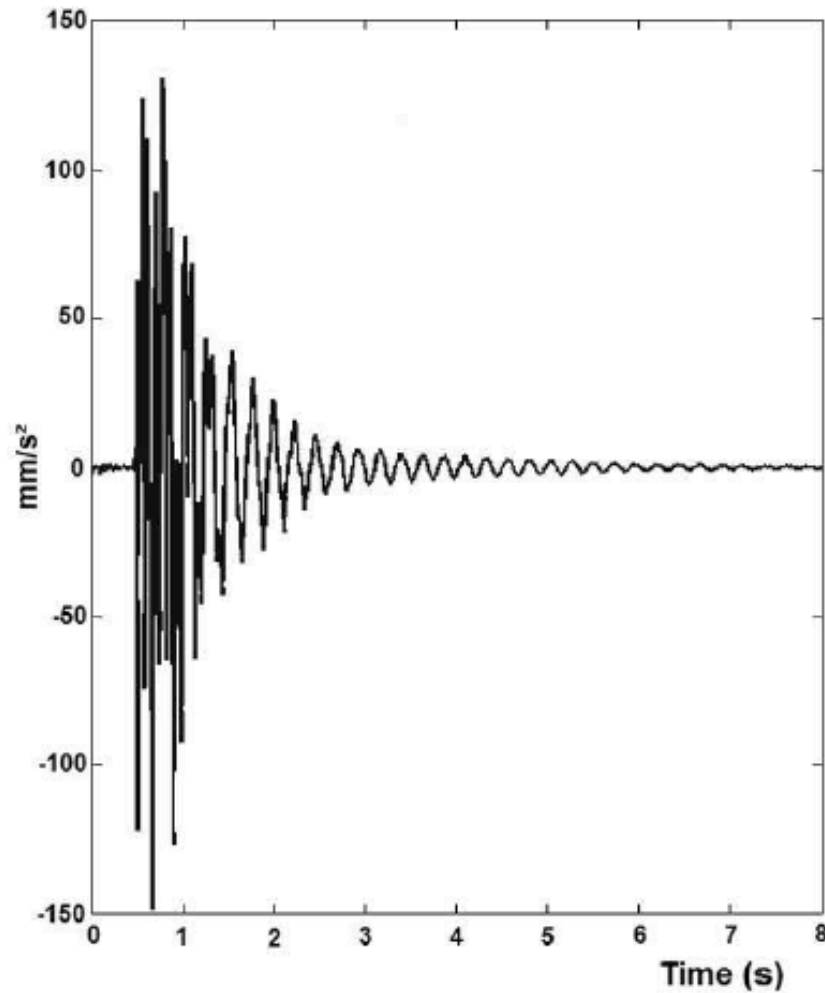
En tête



Chocs (non destructifs)



Chocs (non destructifs)



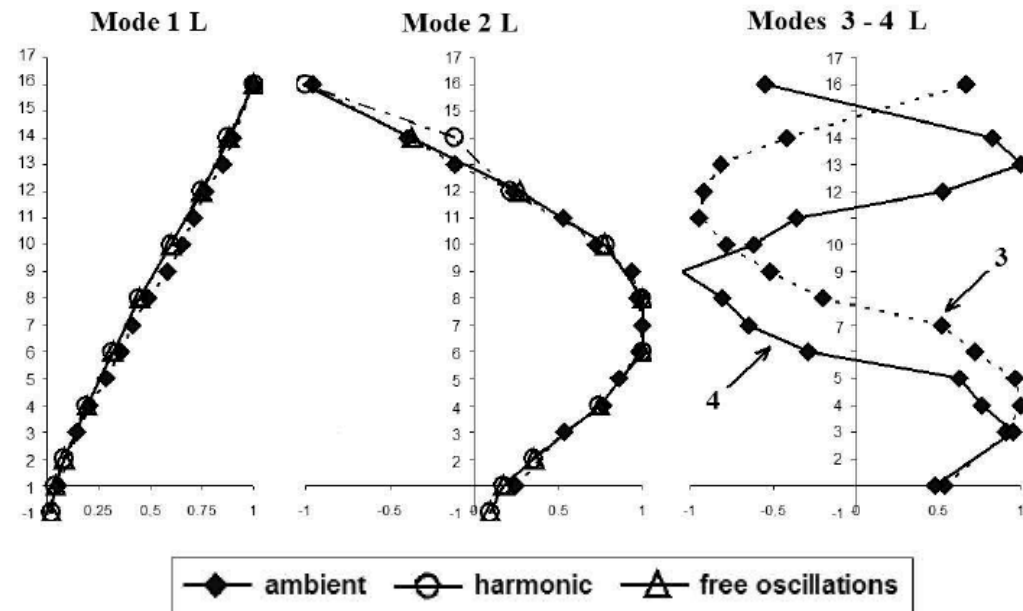
Exploitation et Résultats

- Analyse modale (Fourier/Ondelette/FDD)
- Bâtiment intact
 - Sol/structure – Structure
 - Effet de groupe
- Bâtiment modifié
 - Éléments non structuraux
 - Éléments structuraux

Modes Sol/Structure



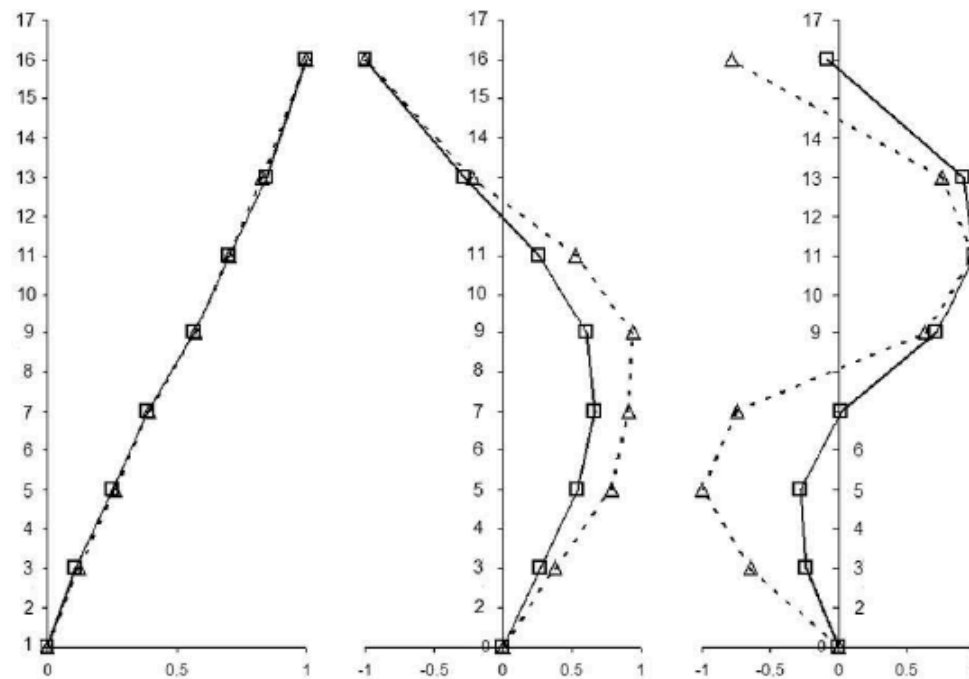
Mode number	Monitoring method	Longitudinal direction	
		frequency (Hz)	damping (%)
Mode 1	Ambient	2.08	2.5
	Free Osc.	1.96	2.6
	Harmonic	1.94	2.3
Mode 2	Ambient	7	2.5
	Free Osc.	6.75	2.6
	Harmonic	6.73	2.4
Mode 3	Ambient	12.8	12
Mode 4	Ambient	20	4



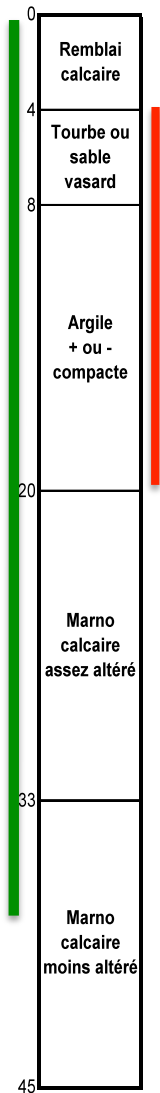
Modes de Structure

- Suppression de l'interaction SS

Direction	Mode	Building C		Building G	
		Soil-Structure (SS)	Structure on fixed Base (SB)	Soil-Structure (SS)	Structure on fixed Base (SB)
Longitudinal	1	4.32	4.45	2.08	2.15
	2	13.5	14.1	7	7.25
	3	23	23.6	12.8	14

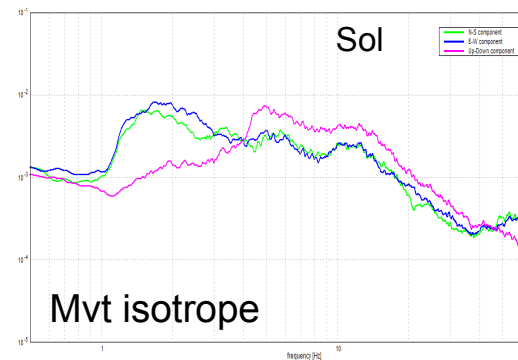
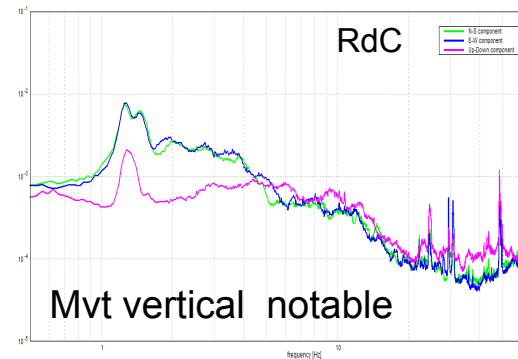
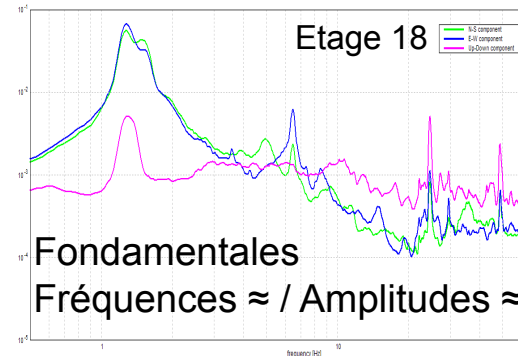


Effet de sol

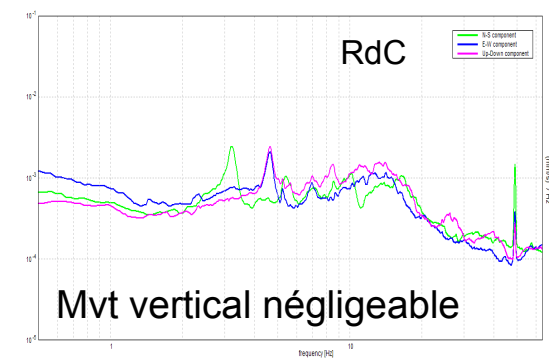
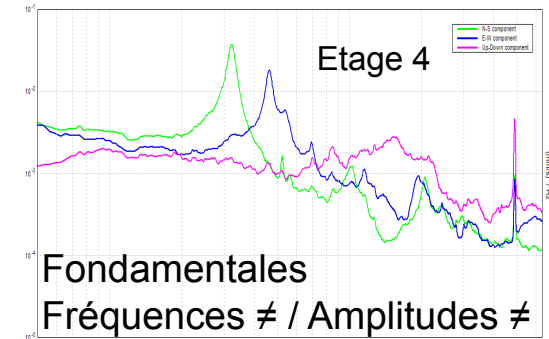


Forçage par résonance sol

Tassement ≈ 1 m

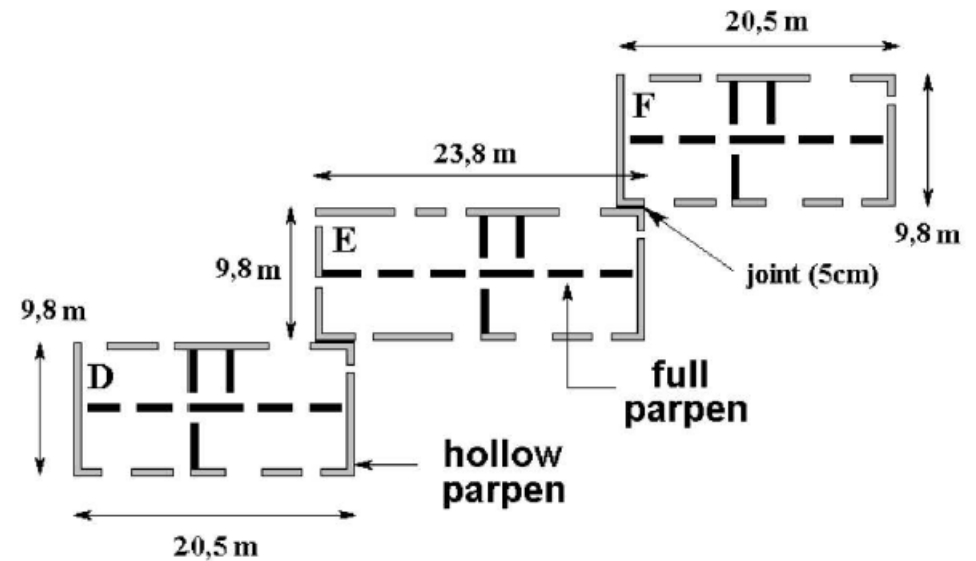


Sol Mou



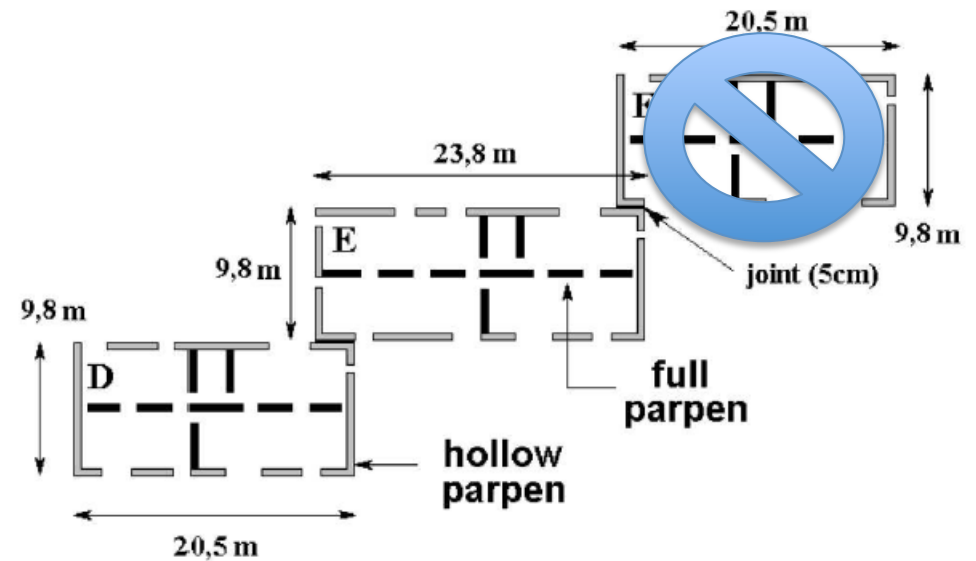
Rocher 25

Effet de groupe



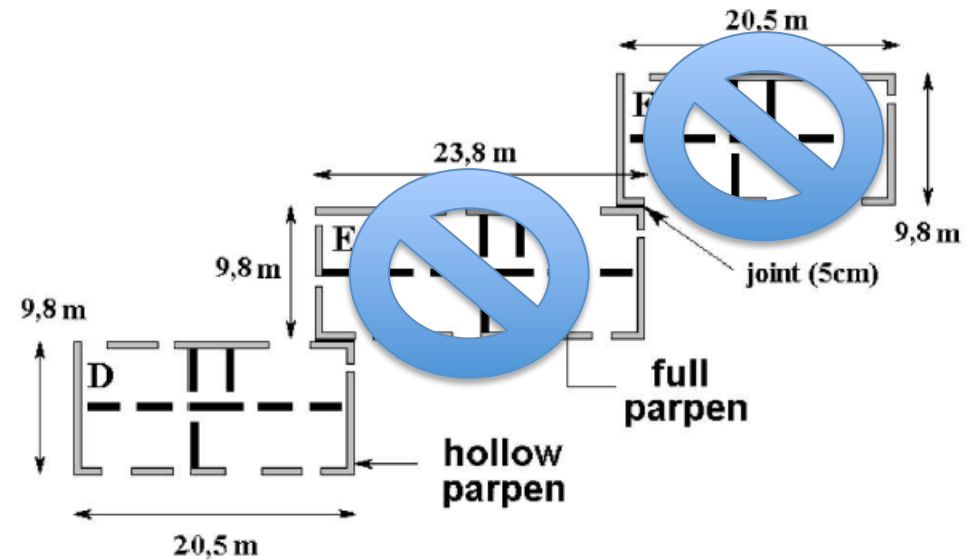
Building(s) in presence	D-E-F intact	D-E intact F demolished	D intact E-F demolished	Total decreasing
Longitudinal first frequency of D (Hz)	5.6	5.4	5.08	9 %
Transversal first frequency of D (Hz)	5.65	5.47	5.35	5 %

Effet de groupe



Building(s) in presence	D-E-F intact	D-E intact F demolished	D intact E-F demolished	Total decreasing
Longitudinal first frequency of D (Hz)	5.6	5.4	5.08	9 %
Transversal first frequency of D (Hz)	5.65	5.47	5.35	5 %

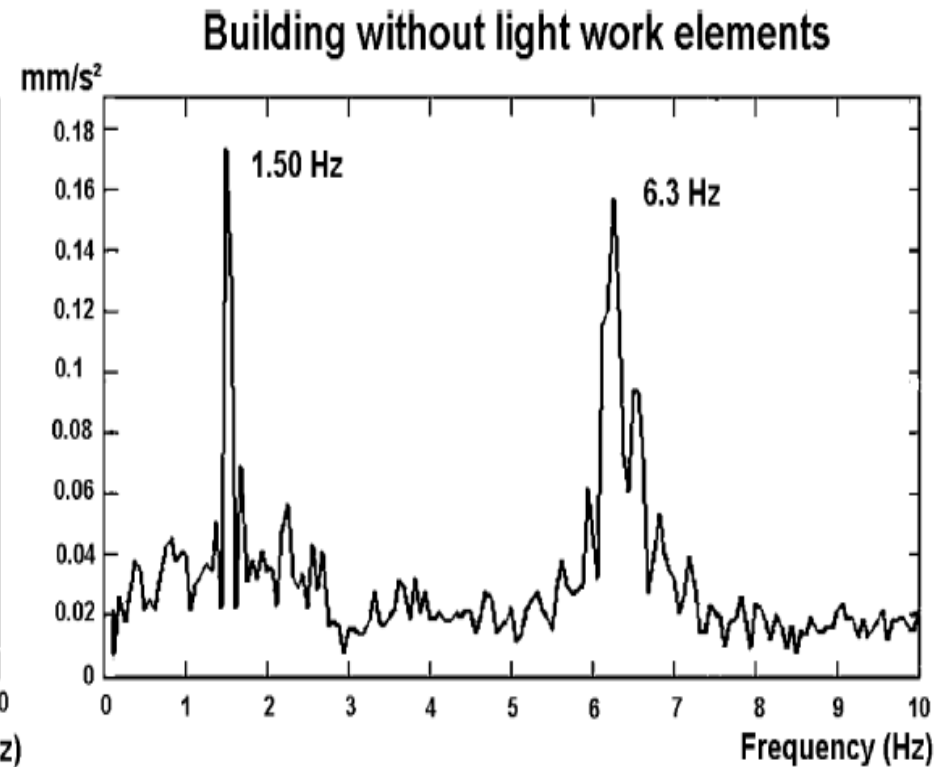
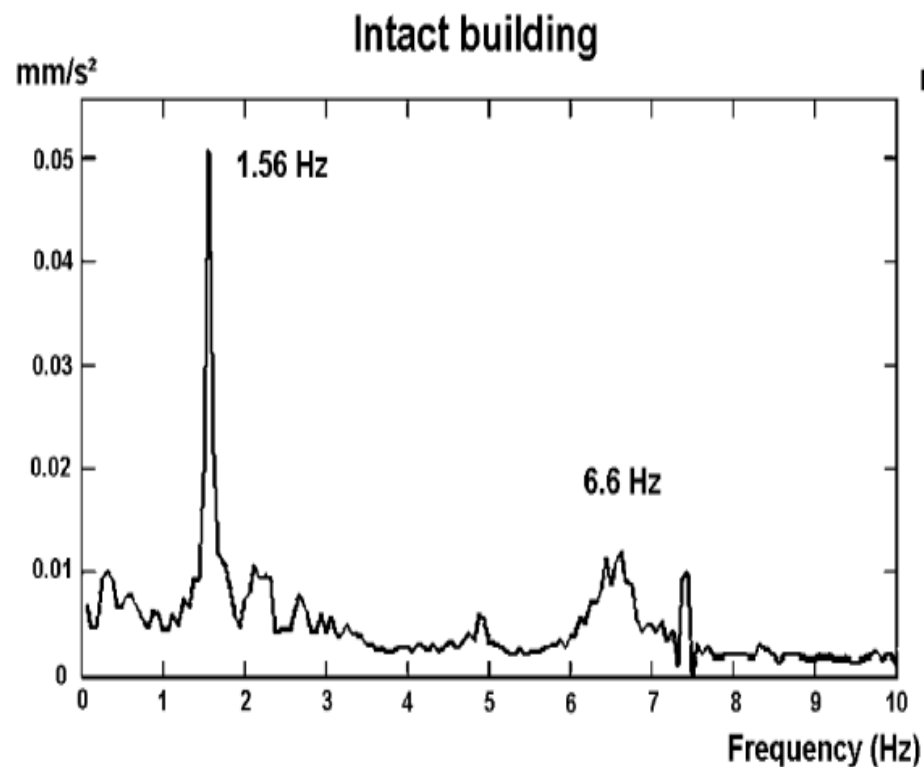
Effet de groupe



Building(s) in presence	D-E-F intact	D-E intact F demolished	D intact E-F demolished	Total decreasing
Longitudinal first frequency of D (Hz)	5.6	5.4	5.08	9 %
Transversal first frequency of D (Hz)	5.65	5.47	5.35	5 %

Bâtiment modifié

- Éléments non structuraux :
 - Participation négligeable



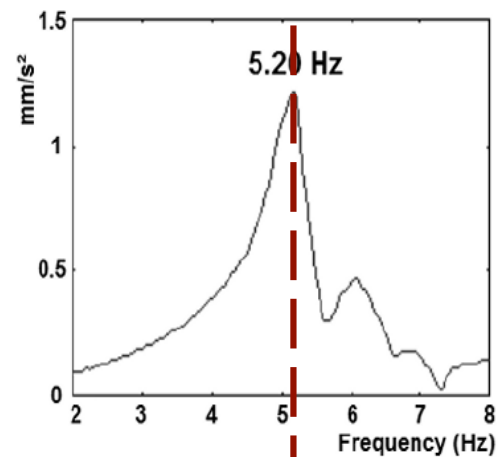
Bâtiment modifié

- Mur structurel : Modification du comportement

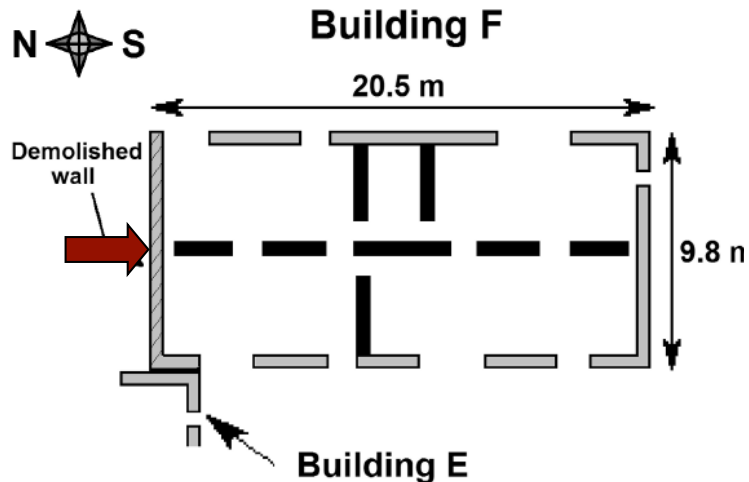
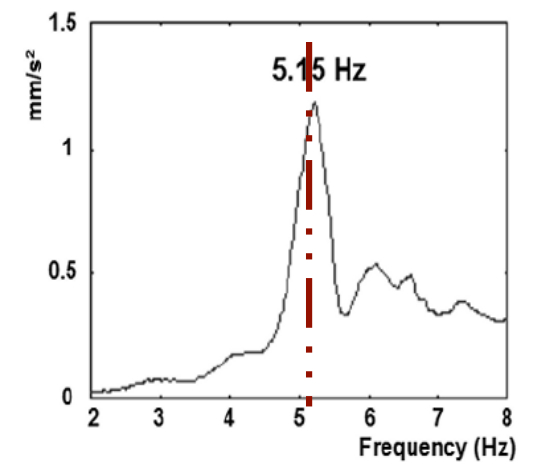


Intact building

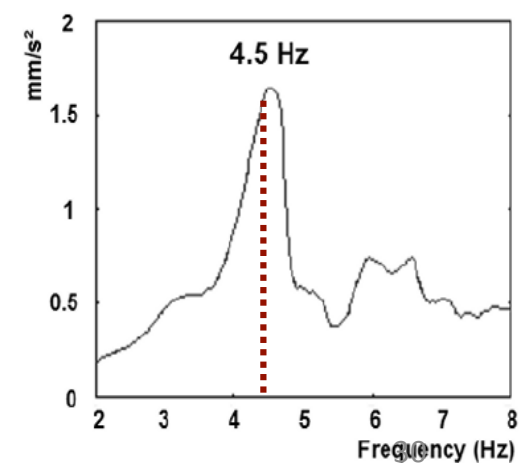
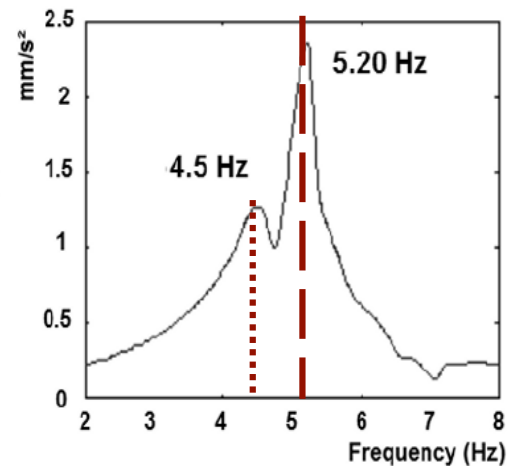
Longitudinal direction



Transversal direction



Modified building

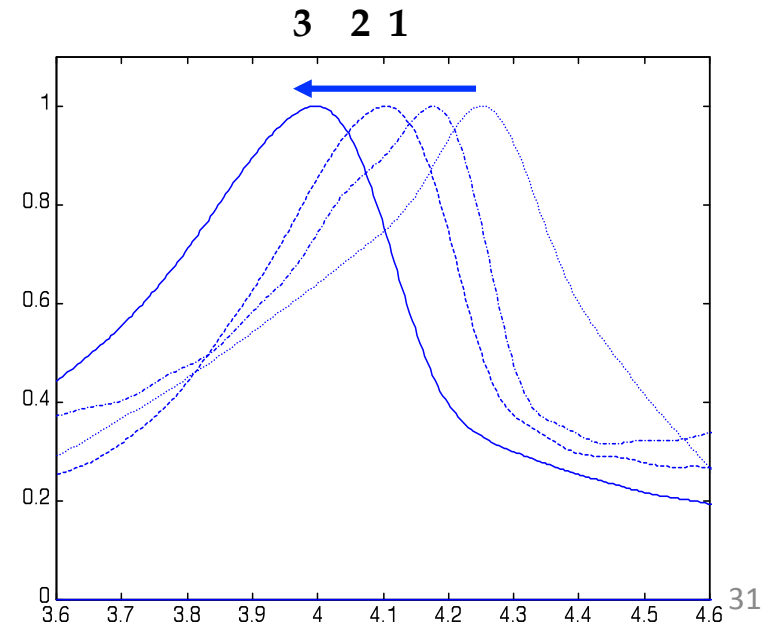


Bâtiment modifié

- Panneaux de Façade:
 - 20% de la rigidité de l'étage



			3	2		
				1		

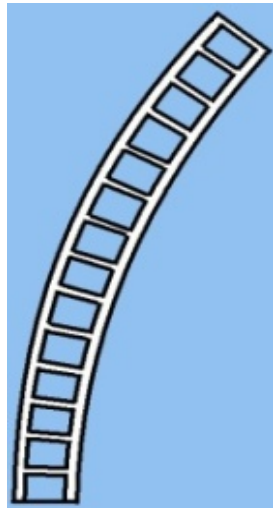


Fonctionnement

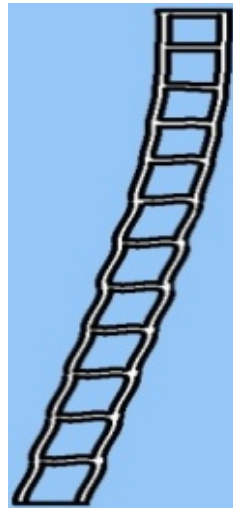
- Utilisation des données expérimentales ?
 - Fréquences // Déformées
 - Calage des Calculs numériques ...
- Cadre théorique décrivant les comportements possibles et le fonctionnement interne.

Modèle dynamique

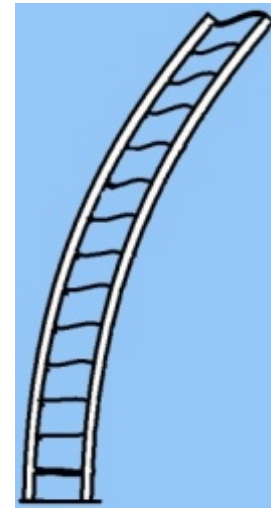
- Trois mécanismes de base



Flexion globale : EI



Cisaillement : GS



Flexion interne : EI_{local}

Timoshenko

Sandwich

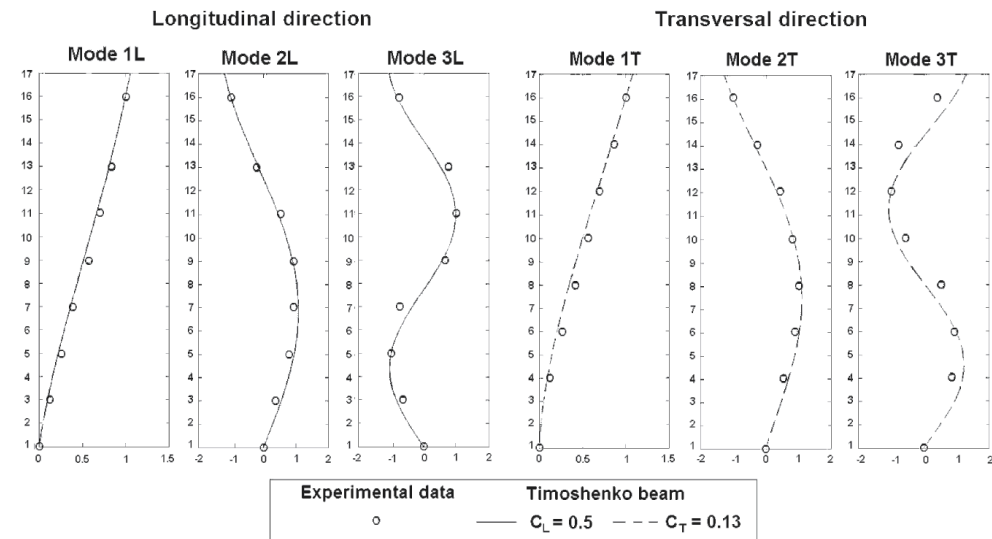
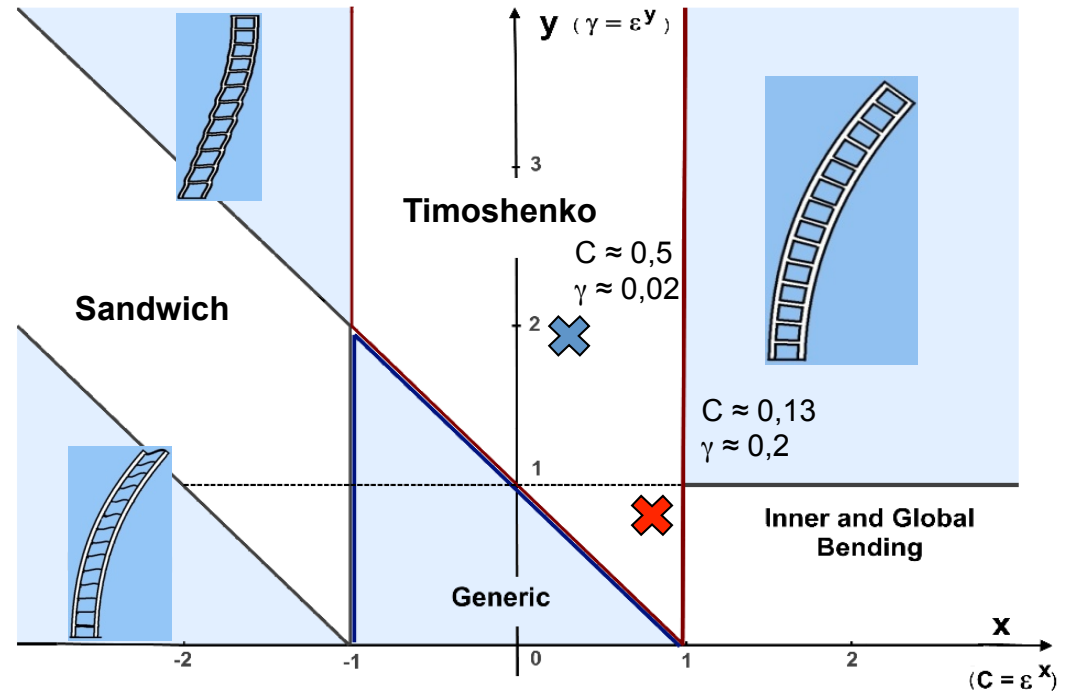
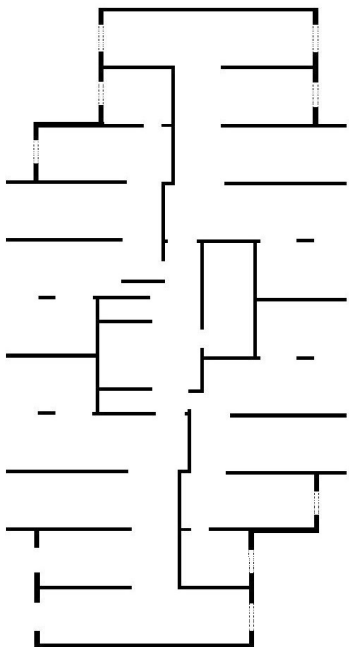
- Répartition fréquentielle ↔ Type de poutre

Fonctionnement Vergers

Structure symétrique
Axes modes = Axes structure

C et γ Plan+Expérimental

Timoshenko dans les deux axes



Conclusion - Enseignements

Confirmation intérêt - fiabilité mesures Bdf

Mesure

Identification/Quantification de la dynamique réelle
(Interaction/Mode constructif)

Accès aux paramètres modaux

Utilisation ?

Limitée sans un Cadre d'exploitation !