

# MISE EN EVIDENCE DU PHENOMENE D'INTERACTION SOL-STRUCTURE PAR DES MESURES DE BRUIT DE FOND

-

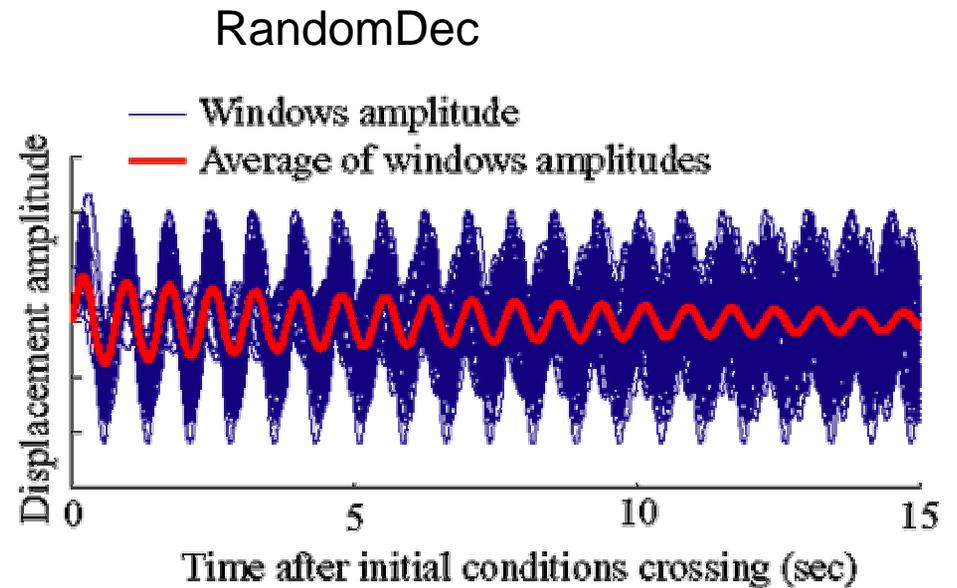
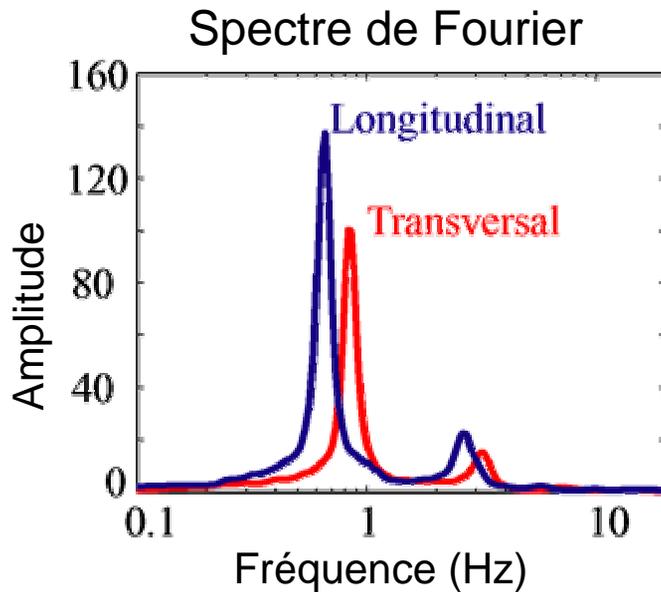
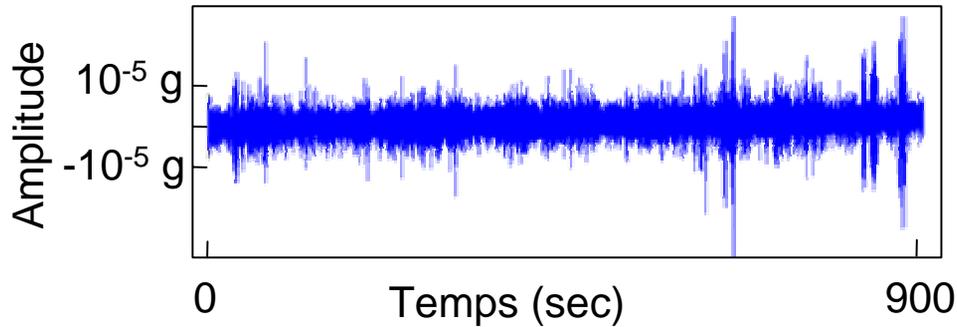
## CONSEQUENCES SUR LES SPECTRES DE DIMENSIONNEMENT

François DUNAND, Pierre-Yves BARD, Jean-Luc CHATELAIN, Philippe GUEGUEN.

Laboratoire de **Géophysique Interne** et de **Tectonophysique (LGIT)**  
Laboratoire **Central des Ponts et Chaussées (LCPC)**  
Institut de **Recherche pour le Développement (IRD)**  
**Géoconcept**

- Observations
- Modélisation
- Comparaison Modèle / Observations
- Effets
- Conséquences

# Observations



# Observations : Grenoble



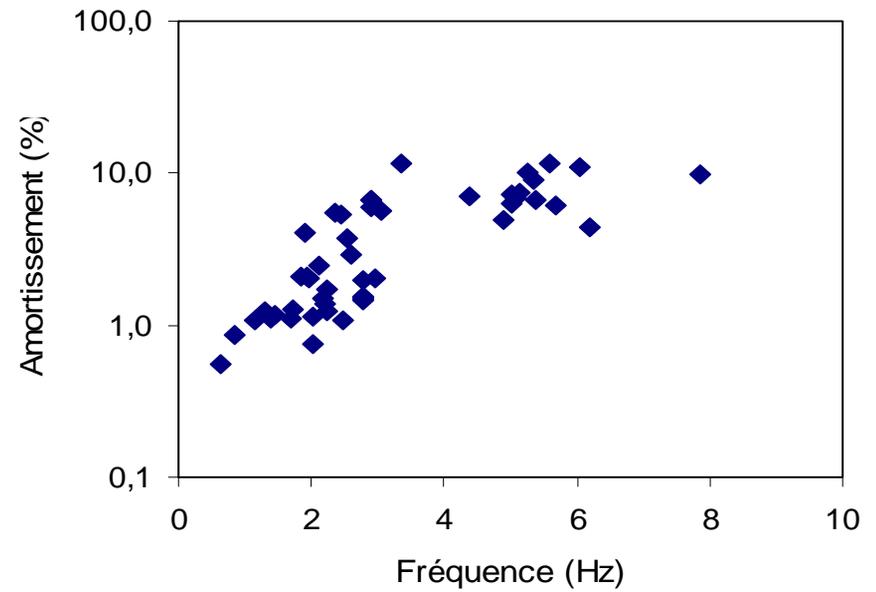
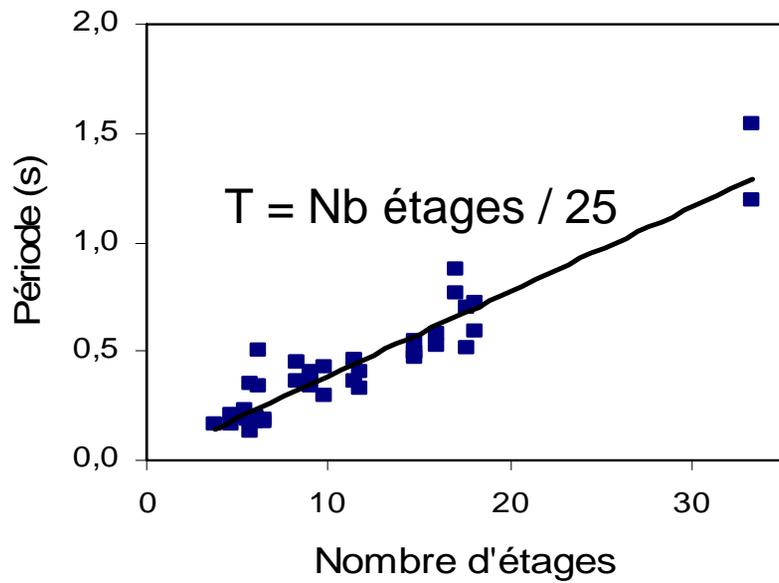
© Ville de Grenoble (Grenoble Communication)

26 Bâtiment

Contreventement : voiles béton armé

Sol : alluvions (500 m,  $V_s = 270$  m/s)

# Observations : Résultats



## Observations : Nice

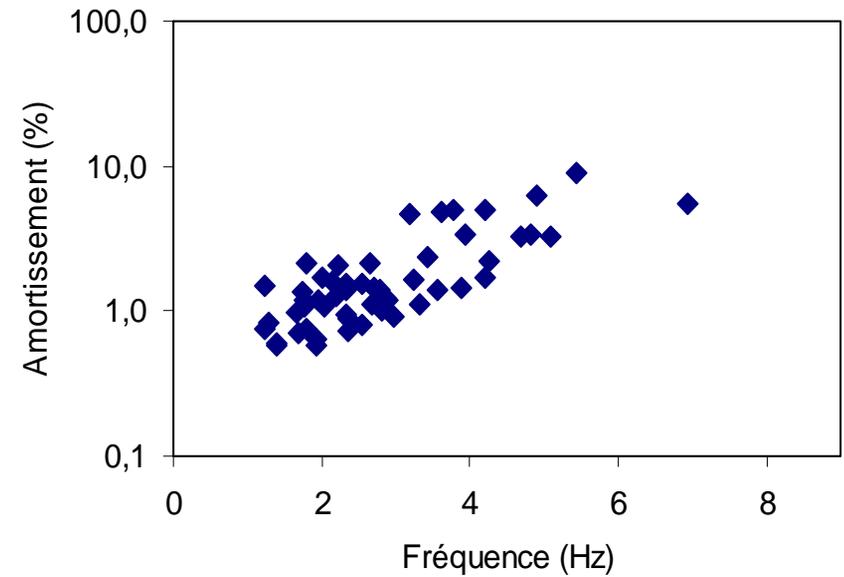
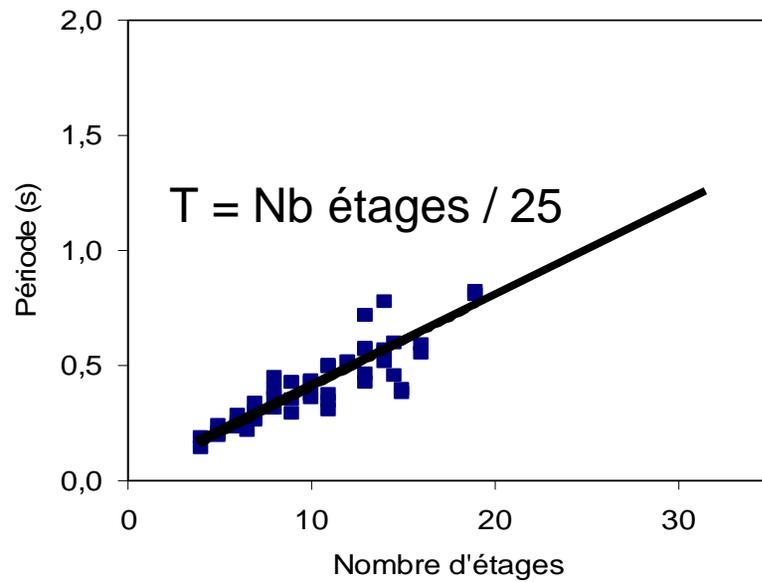


27 bâtiments

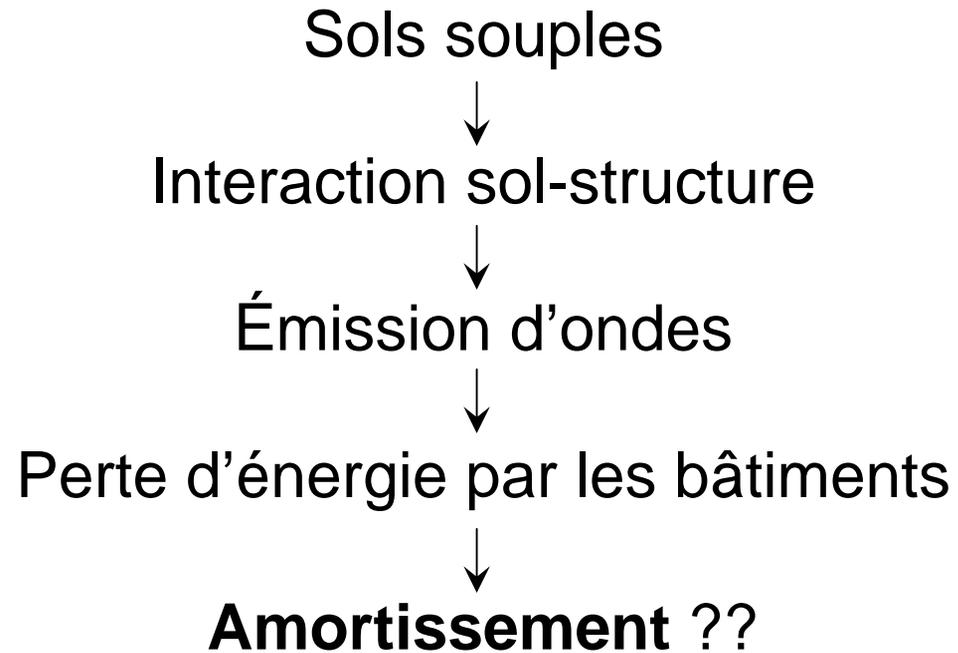
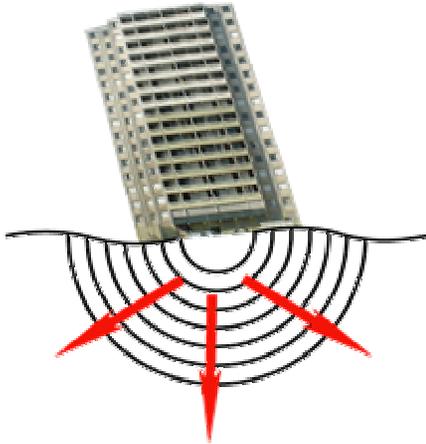
Contreventement : voiles béton armé

Sol : alluvions (0-200 m,  $V_s = 200 - 250$  m/s)

# Observations : Résultats



## Discussion

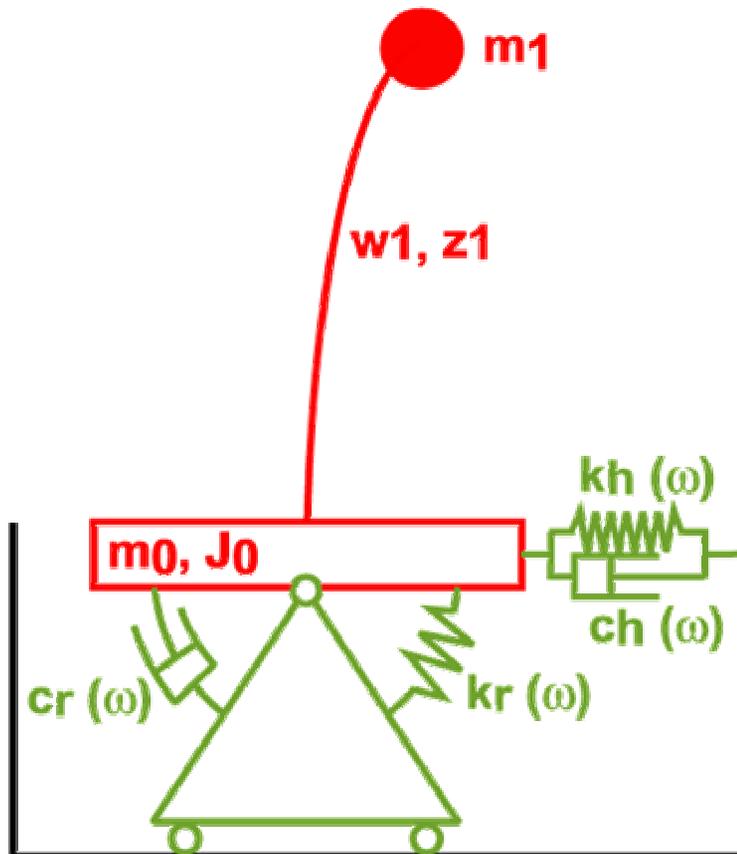


### Questions :

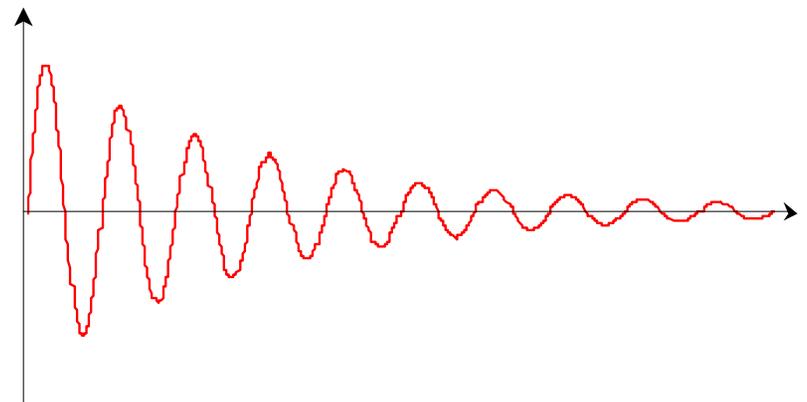
⇒ **Ce phénomène peut-il expliquer les observations ?**

⇒ **Quel sont les effets et conséquences ?**

## Modèle :

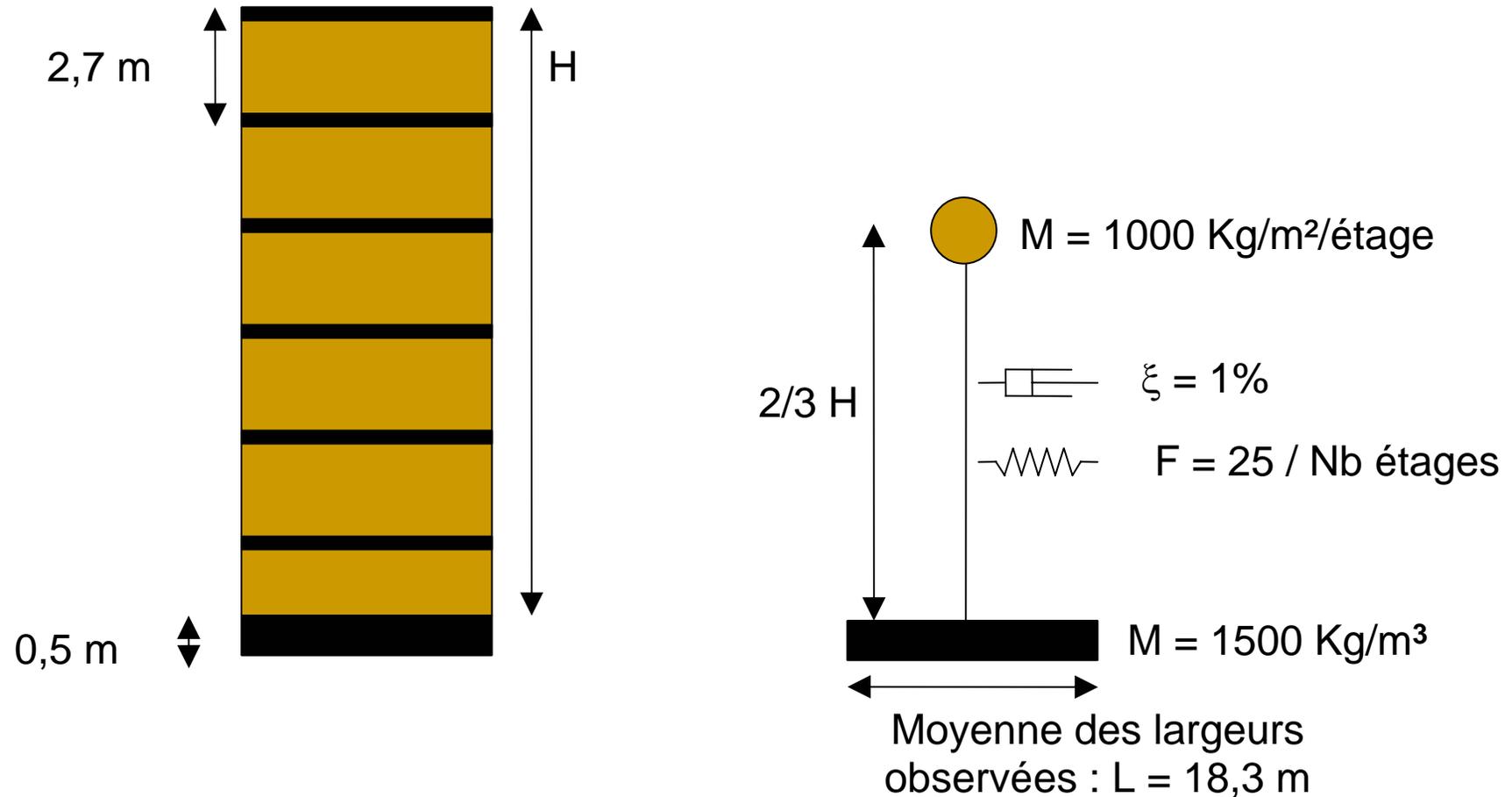


- Structure : 1 degré de liberté
- Interaction Sol - Structure : Model de cône avec amortissement radiatif [Wolf, 1994]



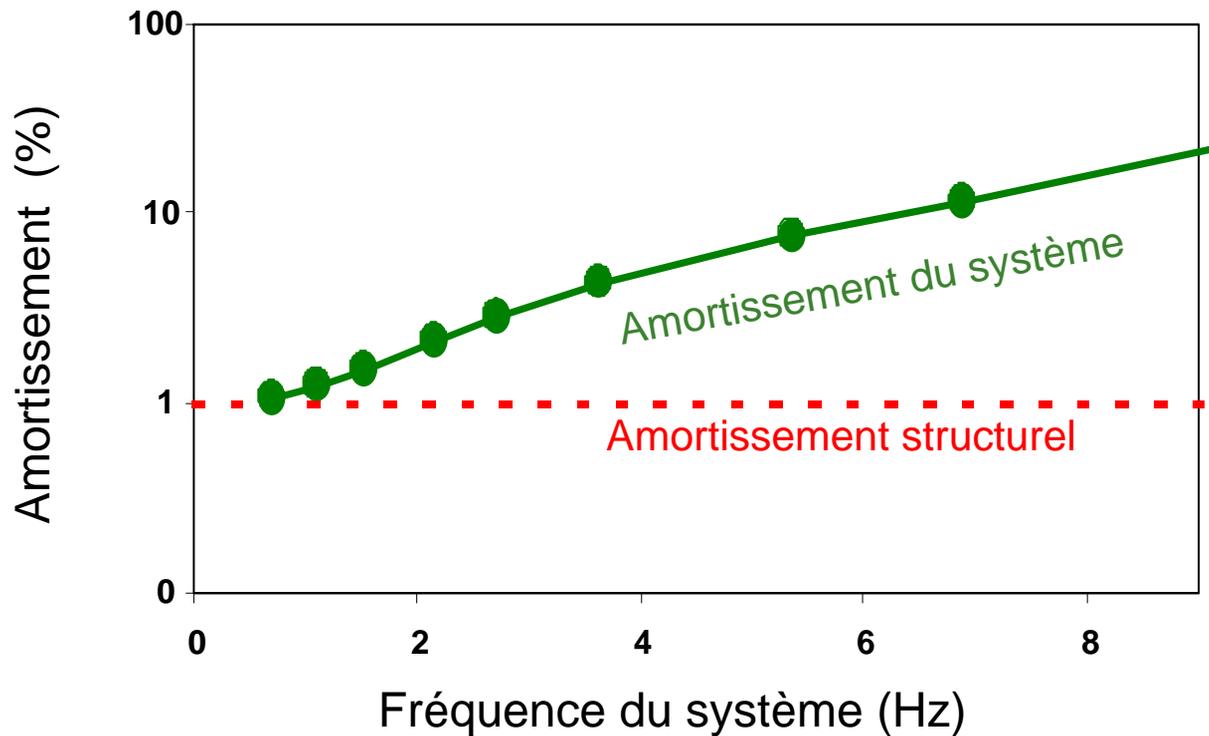
# Modèle : Paramètres

## Paramètres de la structure



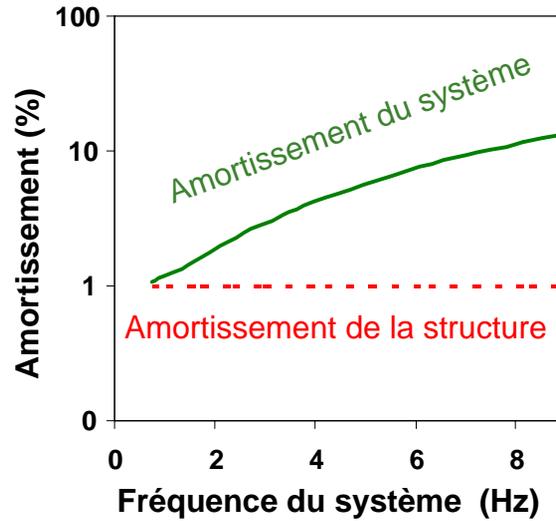
## Modèle : Résultats

Amortissement en fonction de la fréquence  
pour différentes hauteurs de bâtiments  
et un sol avec un  $V_s$  de 270 m/s





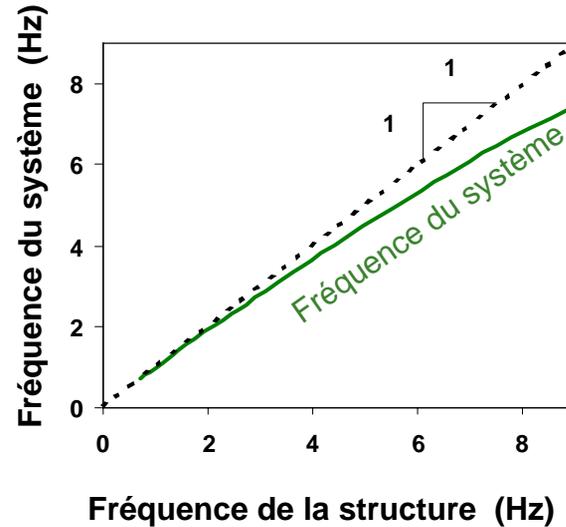
# Effets



⇒ **L'amortissement du système augmente avec le fréquence**

Jusqu'à un facteur de **10** pour les structures à haute fréquence  
(pour Grenoble)

# Effets

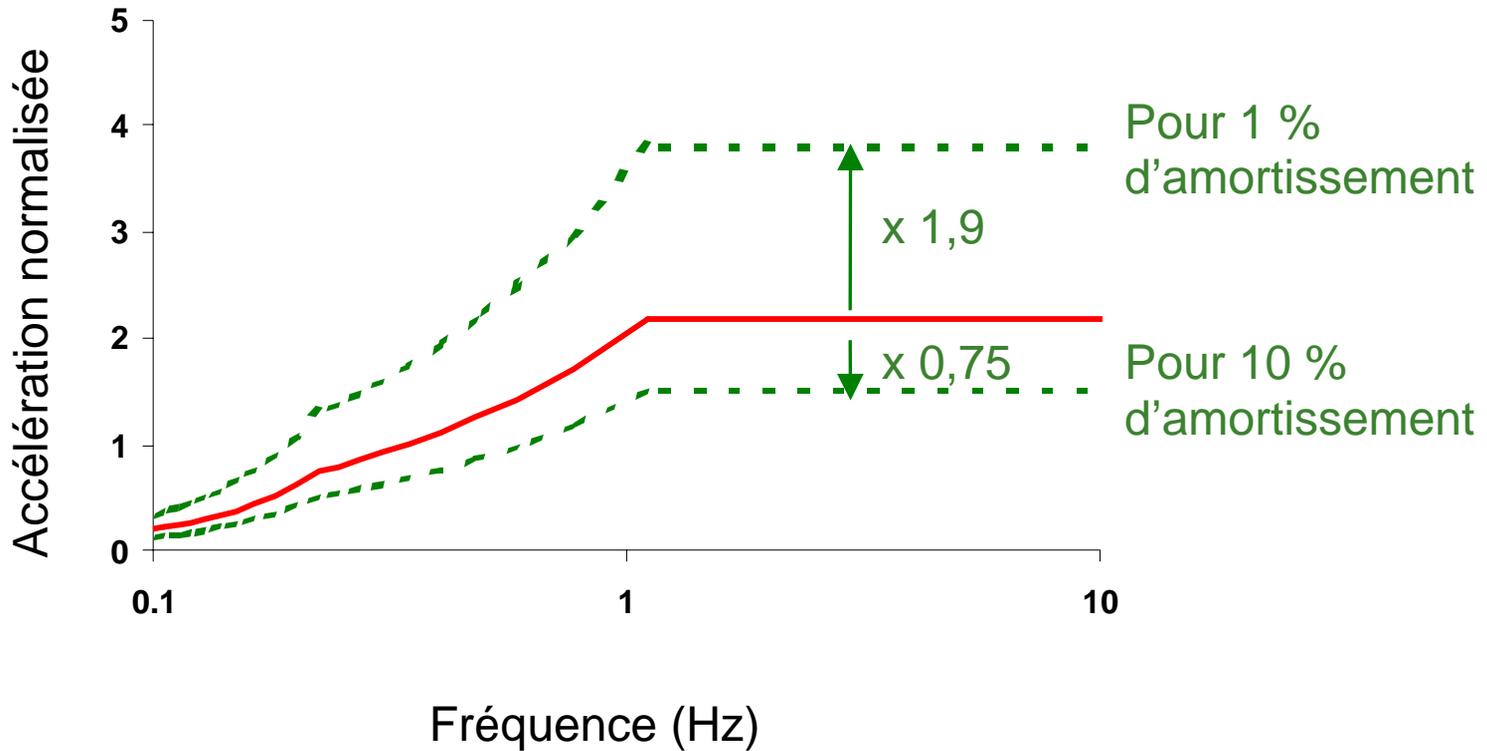


⇒ **La fréquence du système est plus faible que la fréquence de la structure avec la fréquence**

Jusqu'à **20%** pour les structures à haute fréquence  
(pour Grenoble)

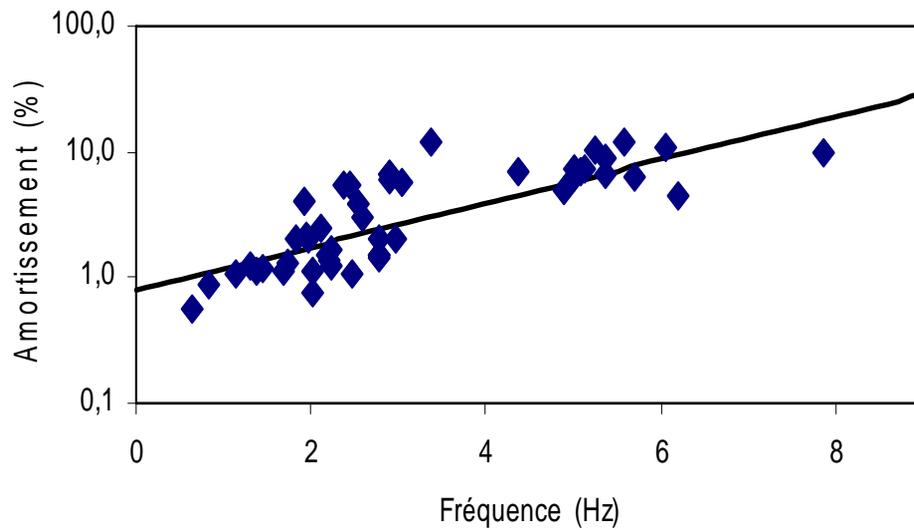
# Conséquences

Spectre de dimensionnement des PS92 (Site S3)



# Conséquences

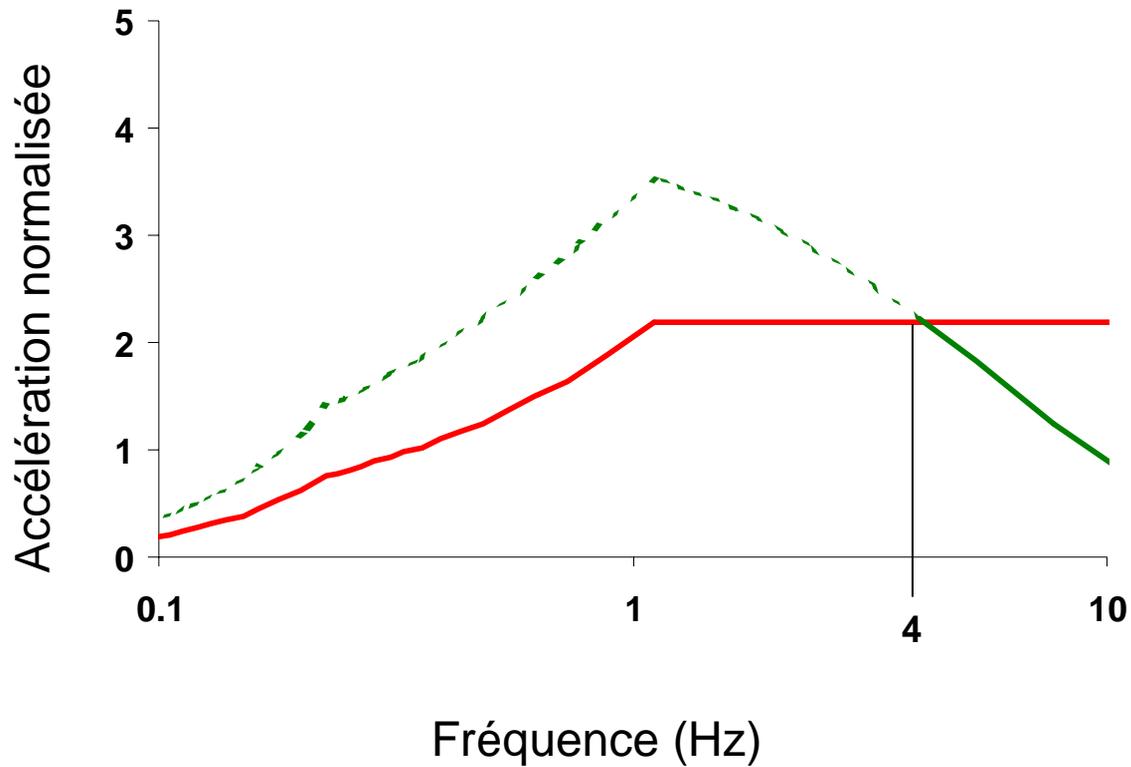
Observations à Grenoble



$$\xi = 1.4 e^{(0.4 \cdot F)}$$

# Conséquences

Spectre de dimensionnement des PS92 (Site S3)



# Conclusions

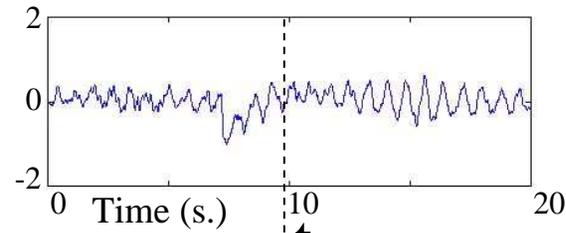
Interaction sol–structure avec radiation d’ondes :

- Explique les observations sur l’amortissement à Grenoble et Nice
- Augmente l’amortissement du système dans le cas de structure rigides et de sols souples
- Peut diminuer les forces sismiques pour les structures rigides

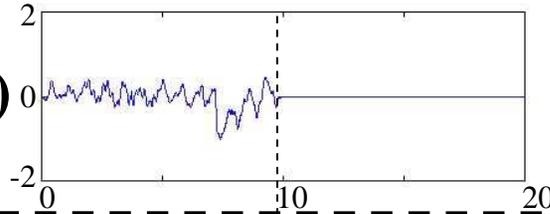
Building	Height H (m)	Longitudinal direction			Transversal direction		
		Length	Frequency	Damping ratio	Length	Frequency	Damping ratio
		L <sub>1</sub> (m)	F <sub>1</sub> (Hz)	ζ <sub>1</sub> (%)	L <sub>1</sub> (m)	F <sub>1</sub> (Hz)	ζ <sub>1</sub> (%)
SMH_mlg4	26,5	35,0	3,4	11,7	10,0	2,4	5,5
SMH_mlg5	15,6	17,4	2,9	6,7	10,0	-	-
ECHIR_auv4	43,2	18,5	1,9	4,1	17,2	1,7	1,3
ECHIR_psm3	22,4	17,8	2,8	2,0	10,0	2,2	1,7
ECHIR_psm4	22,4	17,6	2,8	1,5	10,0	2,2	1,2
CPUS_candA	16,5	25,0	2,0	2,1	10,0	3,0	2,1
CPUS_arpej	46,0	27,5	1,3	1,2	16,1	1,1	1,1
HOCH_bt1	14,9	23,7	5,1	7,4	11,3	5,3	10,2
HOCH_bt3	14,7	19,5	5,0	6,2	13,4	4,4	7,1
HOCH_bt8	17,6	19,4	5,6	11,7	18,6	5,4	9,1
HOCH_btA	16,1	19,7	5,0	7,2	12,0	5,7	6,2
HOCH_btB	16,1	24,9	5,1	6,9	11,0	-	-
MIST_bt09	31,1	35,1	2,8	1,5	10,8	2,2	1,5
MIST_bt10	15,6	35,4	7,9	9,9	10,1	5,4	6,7
MIST_bt11	31,1	18,9	2,8	1,5	10,8	2,2	1,4
MIST_bt13	24,5	21,6	-	-	9,5	2,6	3,8
MIST_bt15	24,6	21,6	2,9	6,7	9,5	2,5	5,3
MIST_bt25	24,6	27,8	2,9	6,0	9,5	2,6	2,9
MIST_bt72	47,7	22,0	1,9	2,1	20,0	1,4	1,2
MIST_bt76	31,8	29,0	3,0	5,7	20,0	2,5	1,1
VO_aj	49,0	26,6	1,7	1,1	11,7	1,4	1,1
VO_ch34	12,5	12,2	4,9	4,9	16,8	6,1	11,1
VO_bt3	10,0	16,8	6,2	4,4	12,2	-	-
VO_tour2	40,0	25,5	2,1	2,5	22,2	1,8	2,1
VO_tour3	40,0	22,5	2,0	1,1	22,2	2,0	0,7
Ile verte	90,0	37,0	0,84	0,86	22,0	0,65	0,56

# Observations : RandomDec

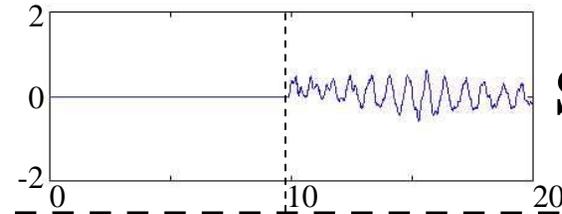
$S(t)$



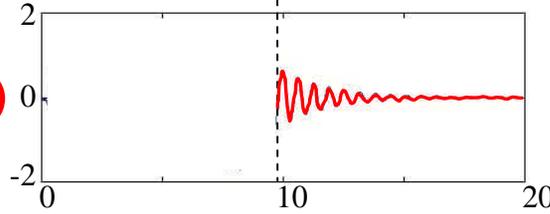
$S(t < t_0)$



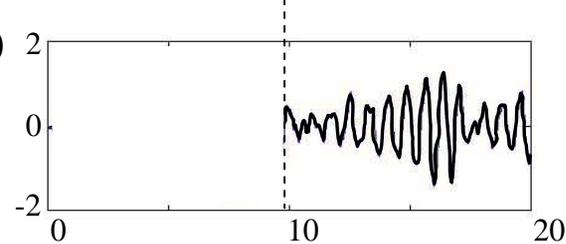
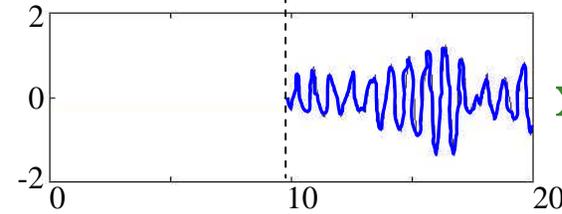
$S(t \geq t_0)$



$x_1(t)$



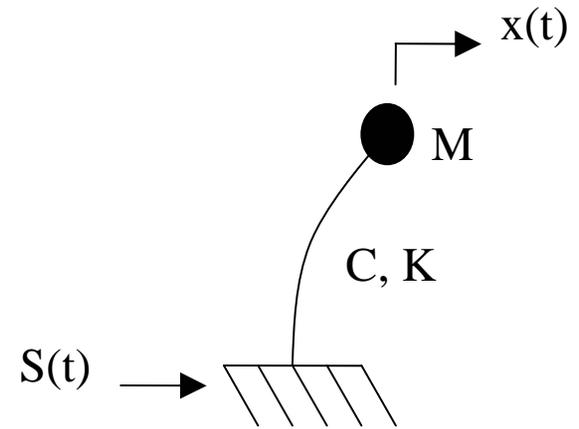
$x_2(t)$



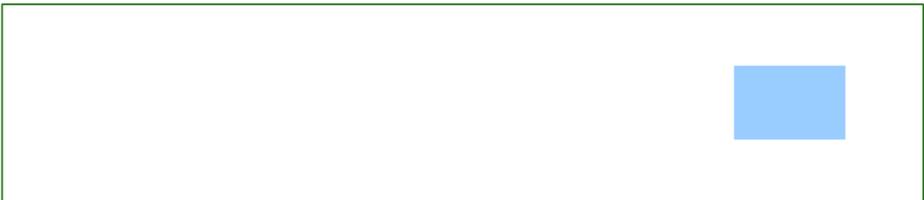
$$\mathbf{x}(t) = \mathbf{x}_1(t) + \mathbf{x}_2(t)$$

# Random Decrement

1 degree of freedom linear oscillator



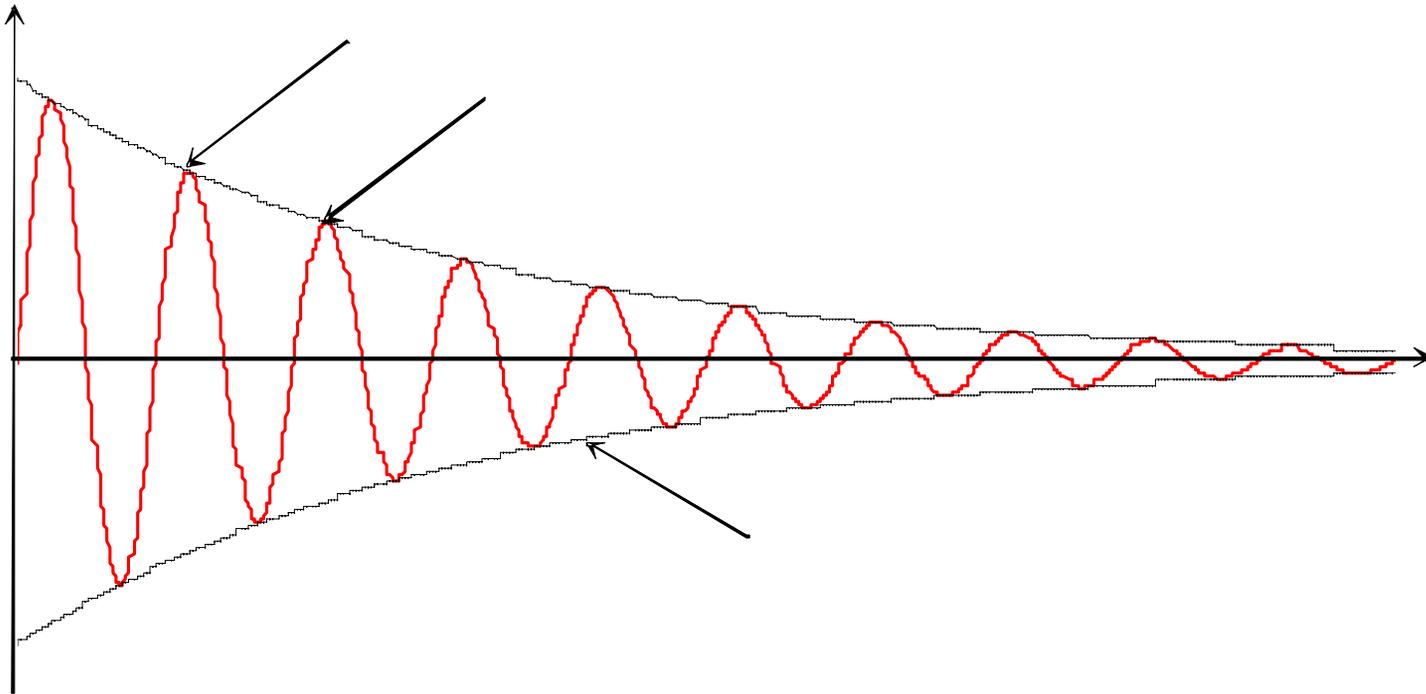
(1)



(2)

# Logarithmic Decrement

Damping Ratio :



## Test with different methods

Vaulx-en-Velin building (France) (Records Boutin et al. 1999)

Method	Frequency (Hz)	Damping ratio (%)	Loading level
<b>Random decrement</b> <b>Ambient vibration</b>	<b>F = 4.49</b> <b><math>\sigma F = 0.21</math></b>	<b><math>\xi = 2.7</math></b> <b><math>\sigma \xi = 0.5</math></b>	<b><math>10^{-5}</math> g</b>
Half power <b>Harmonic loading</b>	F = 4.17	$\xi = 3.6$	$10^{-3}$ g
Logarithmic decrement <b>Free vibration decay</b>	F = 4.21	$\xi = 2.9$	$10^{-3}/10^{-4}$ g
Logarithmic decrement <b>Shocks</b>	F = 4.24	$\xi = 3.5$	$10^{-2}$ g

Max. relative difference	$\Delta F/F = 8 \%$	$\Delta \xi/\xi = 25 \%$
--------------------------	---------------------	--------------------------