

COuplage de co**N**cepts pour la **S**urveillance de
STRUCTures mécaniques **InF**ormatisées

*Action C*oncertée *I*ncitative
SÉCURITÉ INFORMATIQUE

CONSTRUCTIF

Laurent MEVEL

11-12 Décembre 2003

LISTE DES PARTICIPANTS

- INRIA Rocquencourt
 - Projet **METALAU**
 - Projet **MACS**
- IRISA Rennes : projet **SIGMA2**
- LCPC Paris, service **MI**
- ECP Chatenay-Malabry, **MSSMAT**

Problématique

- **Vieillissement des structures civiles**
- **Inspection de plus en plus nécessaire : compliquée, empirique**
- **Surveiller de grosses structures avec peu de capteurs**
- **Capteurs de plus en plus précis et perfectionnés**
- **Surveillance automatisée, embarquée et robuste**
- **Des structures en activité à l'extérieur (trafic, climat)**

Du Modèle mécanique à la statistique

- Capteurs mesurent $\mathcal{Z}(s)$, $\dot{\mathcal{Z}}(s)$, $\ddot{\mathcal{Z}}(s)$ (position, vitesse, accélération)
- Loi fondamentale de la mécanique (masse, amortissement, raideur)

$$M \ddot{\mathcal{Z}}(s) + C \dot{\mathcal{Z}}(s) + K \mathcal{Z}(s) = \nu(s)$$

- 2 paramétrisations caractérisent la structure mécanique
 - Éléments Finis: Les matrices M, C, K
 - Statistique : Les fréquences, amortissements et déformées
- Surveiller le vieillissement de la structure revient à surveiller l'évolution de ces paramètres

Problématique de la surveillance : test embarqué

- Excitation ambiante : turbulence (vent, eau, trafic, ...)**
- Surveillance non intrusive : surveillance embarqué**
- Suivre les paramètres critiques (lesquels??)**
- Travailler avec peu de capteurs simultanément**
- Robustesse aux perturbations par l'environnement extérieur**

Questions à résoudre

1. Modèles, paramétrisation et critères
2. Positionnement optimal de capteurs
3. Calcul aux éléments finis
4. Modèle de température, algorithmes de nuisance

1- Modèles, paramétrisation et critères

- Paramétrisation naturelle en terme de grandeur physique
- Paramétrisation statistique???
- Stabilité par rapport aux calculs numériques??
- Définition de critères pour comparer les paramétrisations
- Critères à comparer : Éléments finis / Statistique

2- Positionnement optimal des capteurs

- Trop de capteurs nuit à l'efficacité de la surveillance**
- Trop de capteurs augmente les coûts**
- Nécessité de placer les capteurs au mieux**
- Critères à définir et à évaluer**

3- Calcul aux éléments finis

- Localisation en terme de modèle aux éléments finis
- Faire le lien (numériquement/théoriquement) entre
 - un modèle aux éléments finis de très grande taille
 - un modèle statistique de petite taille

4- Modèle de température

- La température ambiante peut perturber les structures
- La température ambiante peut influencer sur le vieillissement
- Nécessité de rectifier les mesures
- Faire le lien entre température et modèle
- Considérer la température comme une nuisance??
- Développer les algorithmes

Background scientifique

- **SIGMA2 : Algorithmes de détection**
- **MACS : Calcul aux éléments finis et méthodes numériques**
- **LCPC : Étude des contraintes thermiques, tests et validation**
- **ECP : Recalage de modèle, expérimentation modale**
- **Logiciels (OpenFEM, ModuleF, COSMAD, SDT)**

Résultats scientifiques attendus

- Paramétrisation optimale
- Critères de positionnement des capteurs
- Modélisation de l'effet de température
- Amélioration des calculs aux éléments finis
- Développement d'algorithmes de test avec réjection
- Mise en œuvre et intégration logicielle