

# **Etat des lieux sur les formations existantes et les méthodes émergentes**

**Fabrice GUERIN**, ISTIA, Université d'Angers

**Alaa CHATEAUNEUF**, Université Blaise Pascal, Clermont-Fd

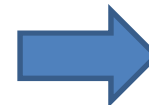
# Sommaire

- **Historique**
- **Formations en sûreté de fonctionnement**
- **Formations en fiabilité**
- **Méthodes émergentes**
- **Challenges en fiabilité mécanique**

# Sûreté de fonctionnement

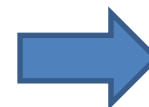
## Fiabilité mécanique

- Sûreté de fonctionnement : analyse de la fiabilité d'un système complexe, avec des composants hétérogènes (technologies, comportement, architecture tolérante aux fautes, ...)



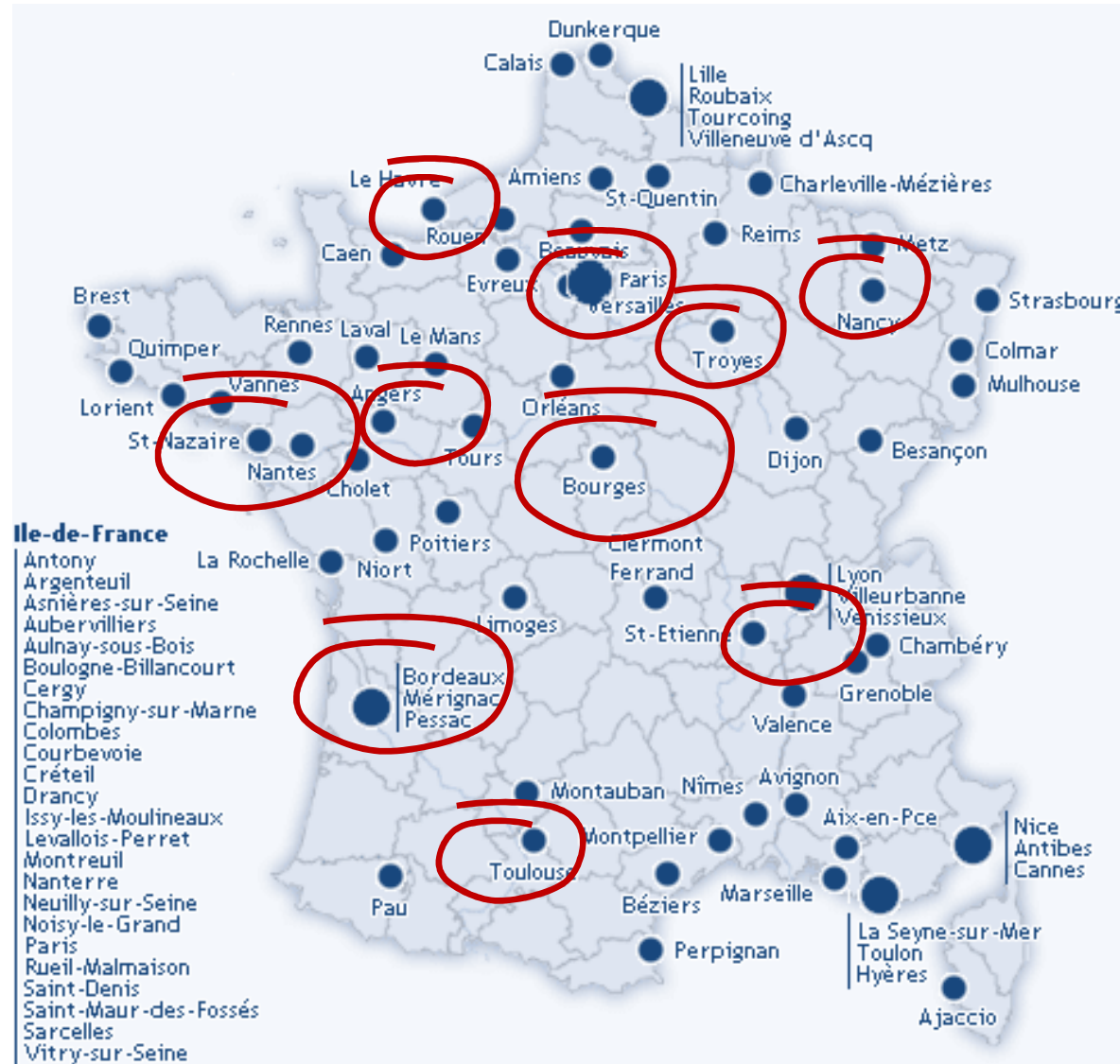
**Ingénierie système**

- Fiabilité mécanique : analyse de la fiabilité d'un système relativement simple, avec des composants complexes (comportement en mode dégradé)

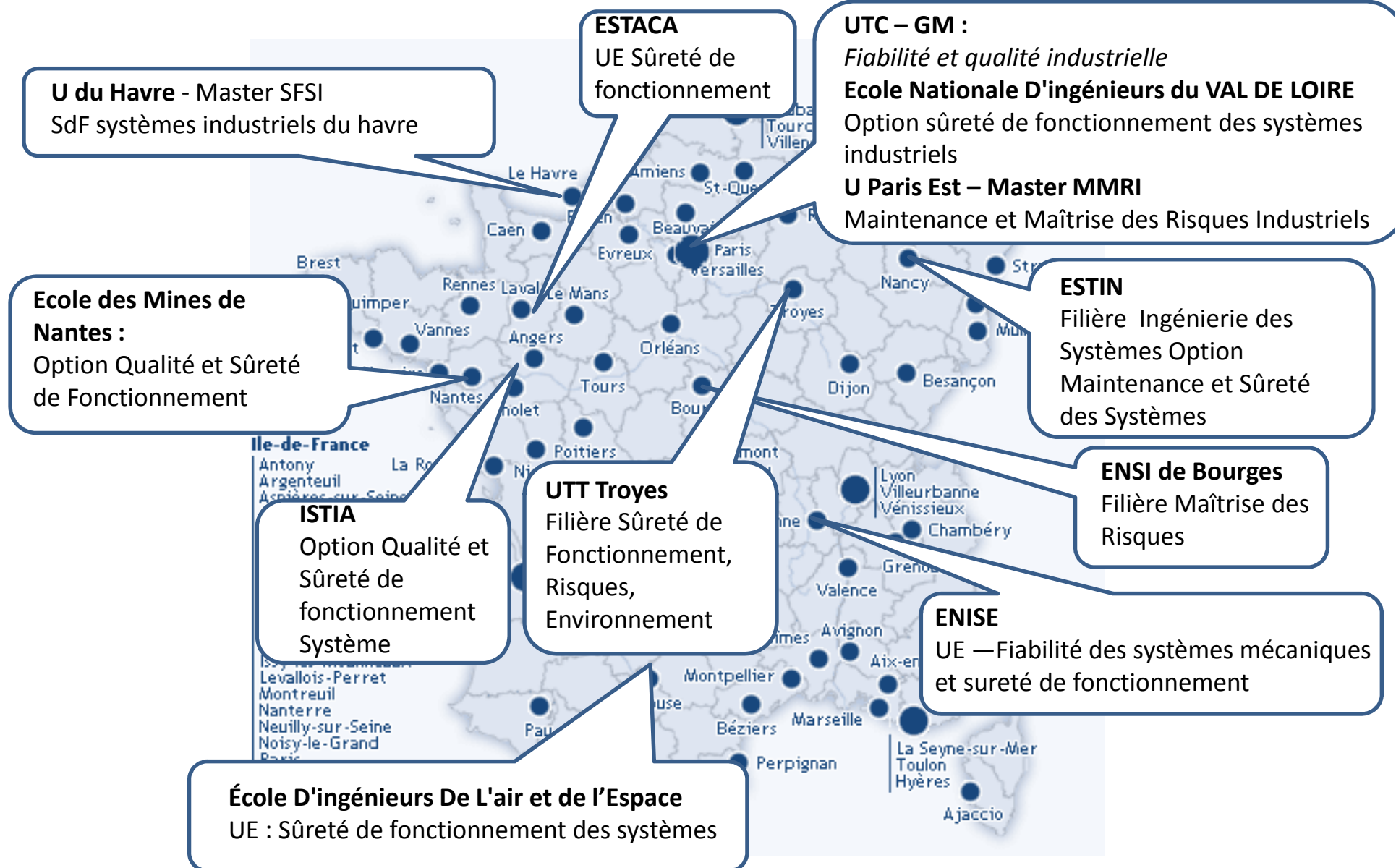


**Ingénierie mécanique**

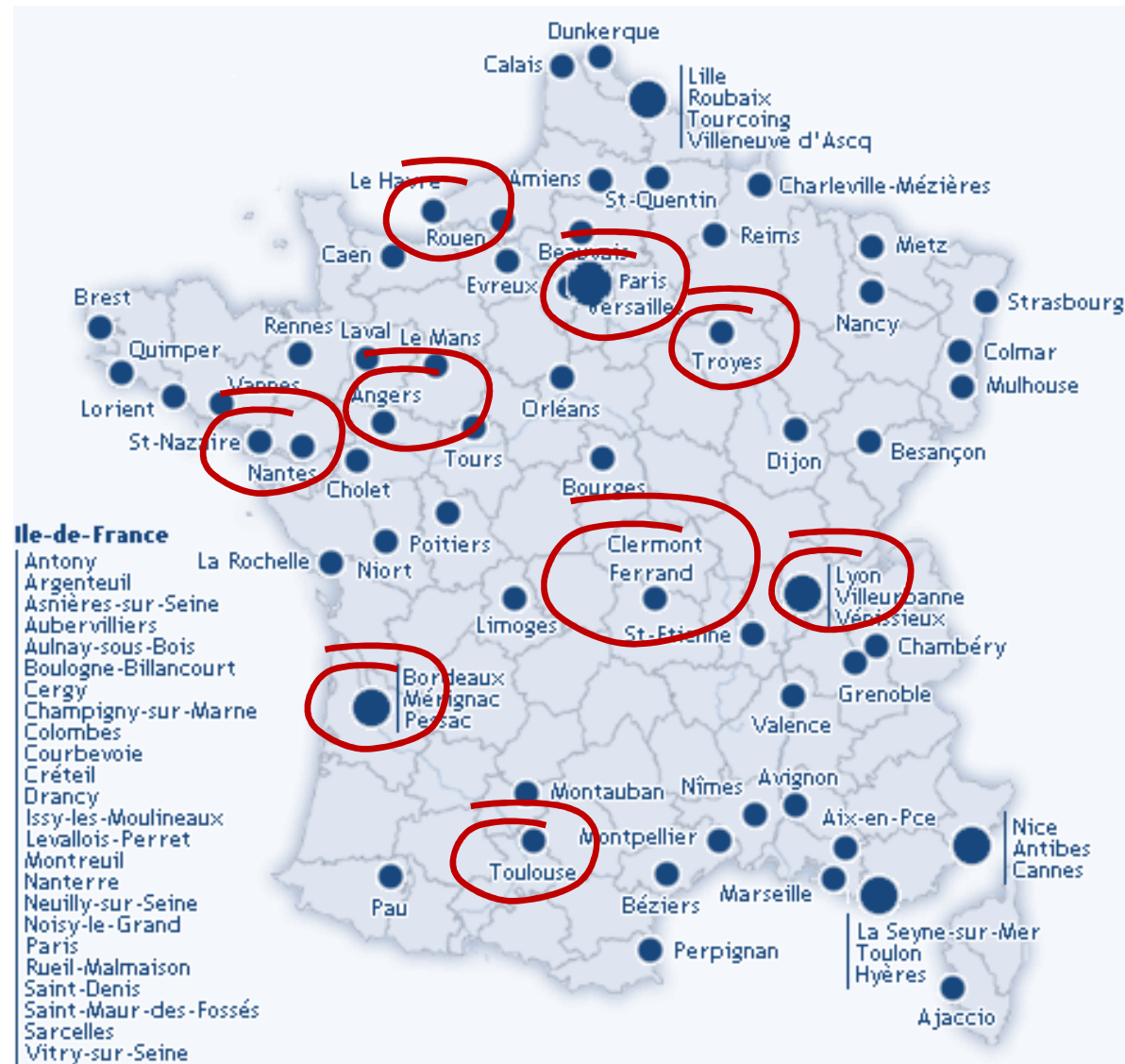
# Formations en sûreté de fonctionnement



# Sûreté de Fonctionnement



# Formations en fiabilité mécanique



# Fiabilité mécanique

## INSA Rouen

Fiabilité des structures

- *Maîtrise des risques industriels*

- *Génie Civil*

- *Génie Mathématique et Modélisation*

## UN – GC/CM :

Sécurité des Structures

Fiabilité des structures

portuaires et marines

**ECN :**

Fiabilité des structures

## UB1 - Master GGCE :

Mécanique des sols et géotechnique,  
risques et conception des ouvrages.

**IPB -MatMéca :**

Fiabilité des structures

**ENIT - Master recherche :**

« **Fiabilité en mécanique** » (20h, optionnel)

## ISTIA

Fiabilité

Mécanique

## UTC – GM :

*Fiabilité et qualité industrielle*

**Collège de Polytechnique - FC :**

Fiabilité des structures

**UV-St-QY - Master R &Pro :**

Dimensionnement des Structures Mécaniques  
dans leur Environnement (DSME)

## IFMA :

Fiabilité des structures

**UBP, Master R & Pro :**

Ingénierie Mécanique et Civile

**INSA de Lyon – Master MEGA GM**

Fiabilité – Maintenance (optionnel)

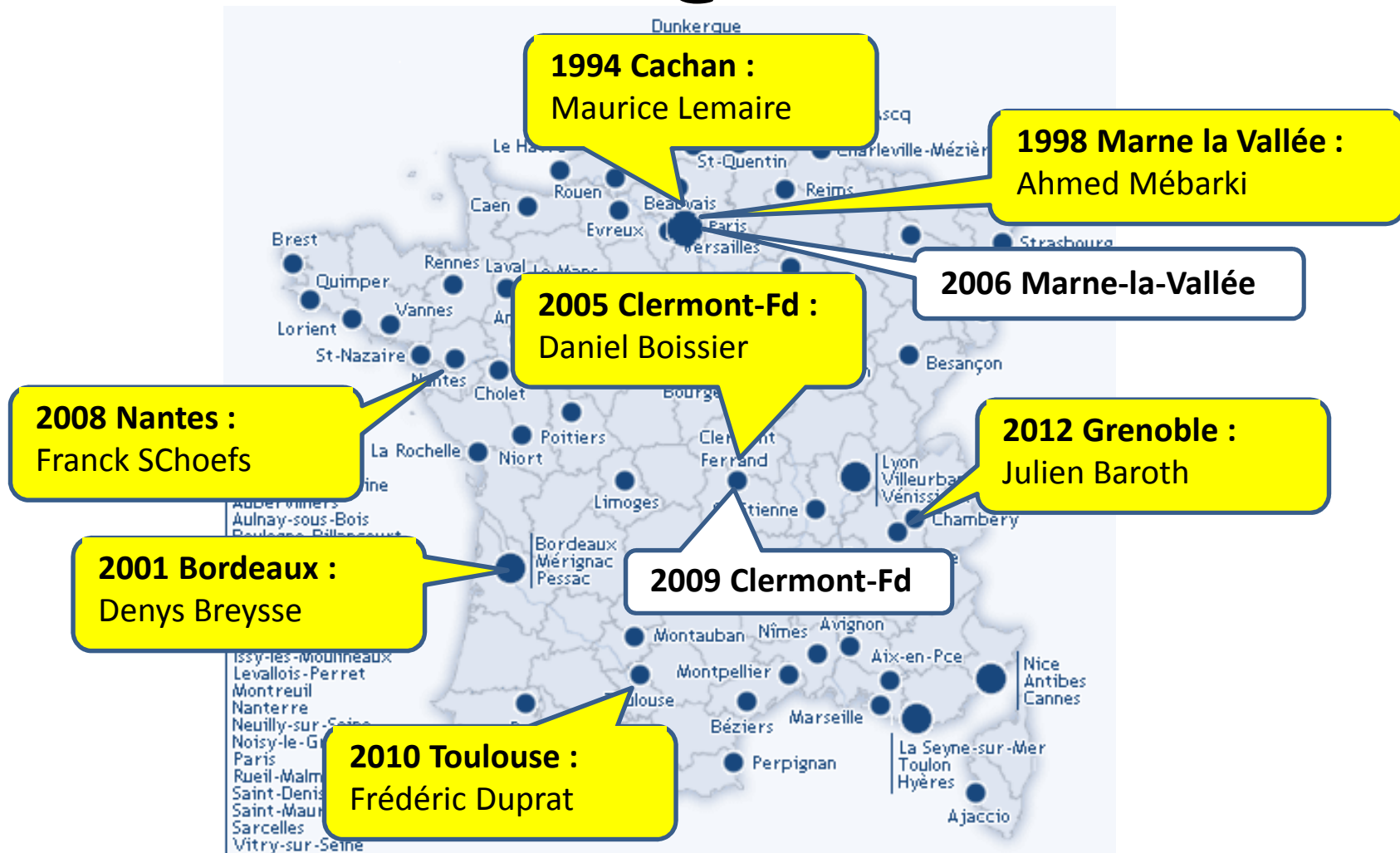
**Université Numérique**

**Ingénierie et Technologie,**

Fiabilité des structures

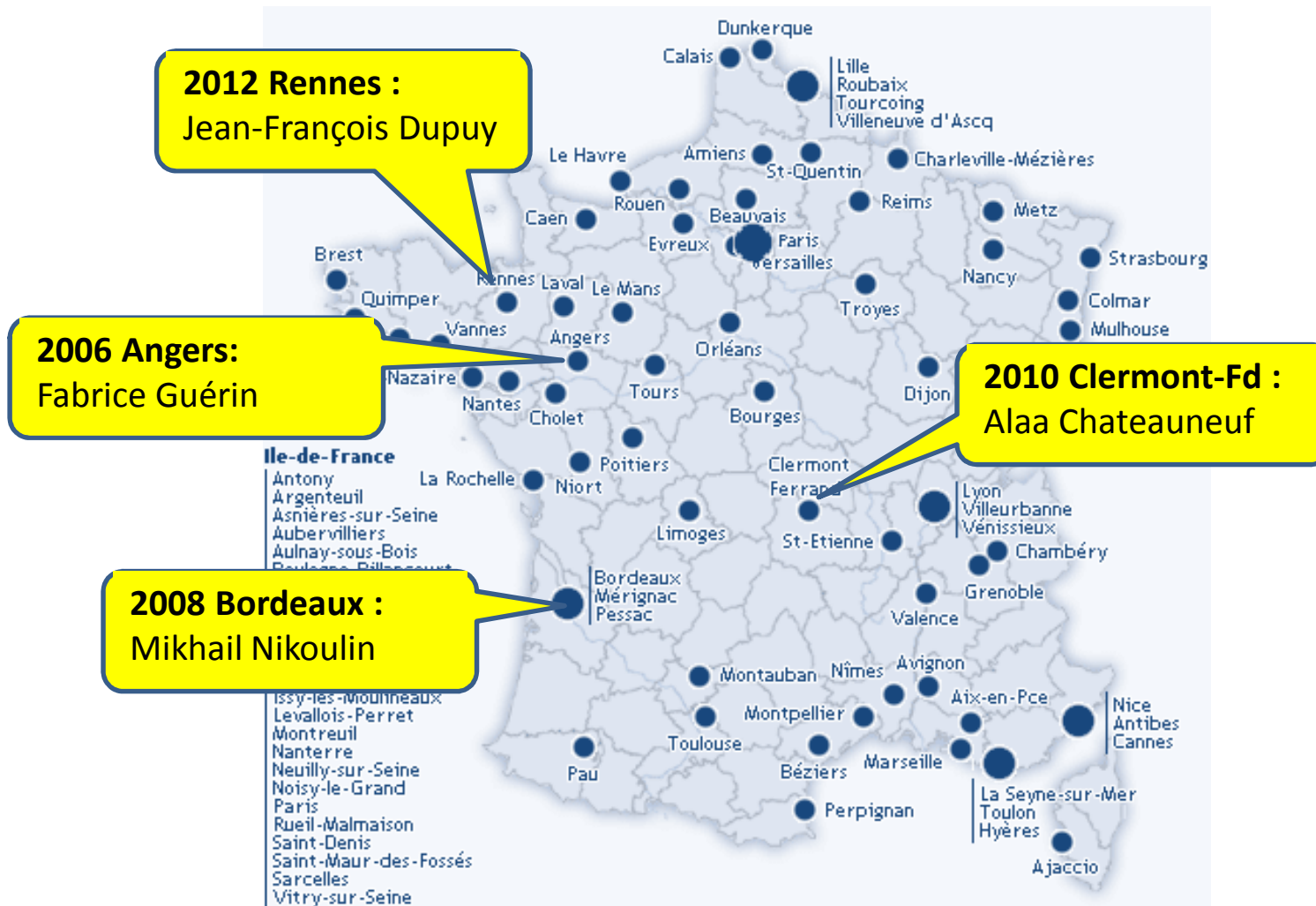


# Journées Nationales : Fiabilité des Matériaux et des Structures et Méc@Proba





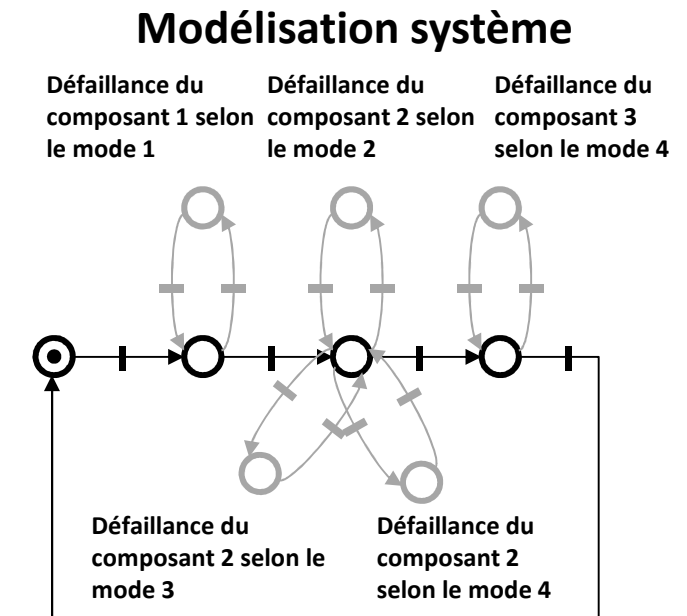
# Accelerated Life Testing



# Méthodes émergentes :

## 1- Réalisme des modèles

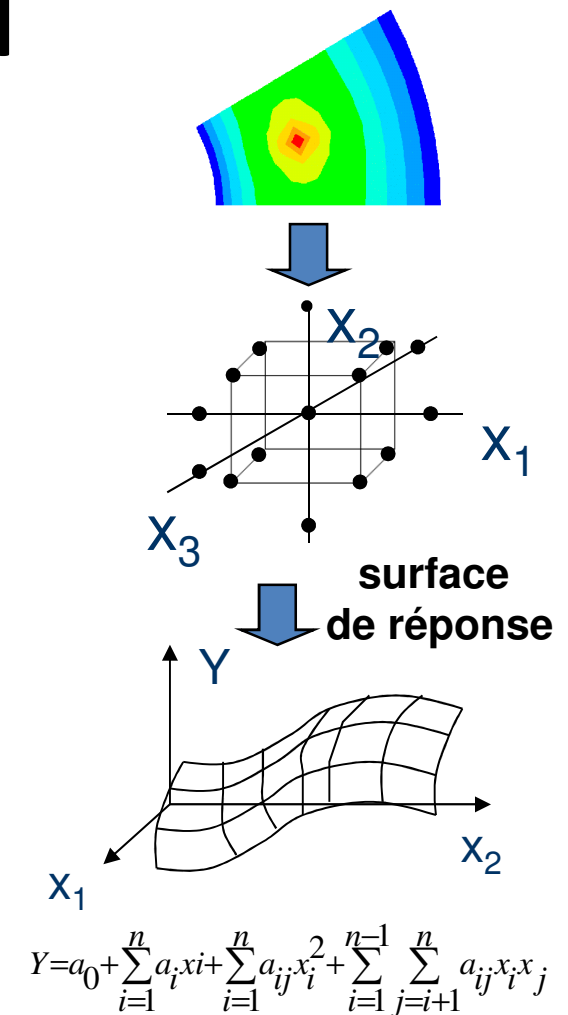
- **Complexité du comportement :**
  - **Non linéarité des comportements.**
  - **Echelles Macro et Micro.**
  - **Variabilités spatiales et temporelles.**
  - **Phénomènes de dégradation.**
- **Du composant au système :**
  - **Grand nombre de variables aléatoires.**
  - **Réseaux bayésiens, RdP, Processus de Markov par morceaux.**



# Méthodes émergentes :

## 2- Capacité de calcul

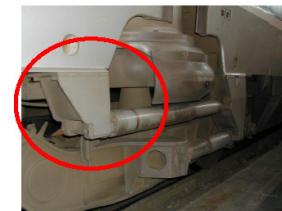
- **Méta-modèles:**
  - surface de réponse stochastique.
  - Krigeage.
  - Méthodes de décomposition.
  - Réseaux de neurones.
- **Simulations avancées:**
  - Techniques de réduction de variance.
  - Subset.
  - Méthode du maillon faible.



# Méthodes émergentes

## 3- Décision sous incertitude

- Gestion des catastrophes Naturelles :
  - Vulnérabilité sismique.
  - Interdépendance des réseaux.
- Optimisation basée sur la fiabilité :
  - Conception.
  - Maintenance.
- Optimisation multicritère :
  - Coûts/fatalités/performance/...
  - Optimisation du cycle de vie.



# Méthodes émergentes

## 4- Identification expérimentale des paramètres de modèle

- **Complexité du comportement :**
  - **Modélisation paramétrique (probabiliste, stochastique) ou non paramétrique (surveillance, diagnostic, ...).**
  - **Risque compétitif (plusieurs modes de défaillance ou de dégradation en compétition).**
  - **Phénomènes de dégradation linéaires ou non.**
- **Complexité d'expérimentation :**
  - **Prise en compte des difficultés de mesure.**
  - **Discrimination entre effets stochastique et échantillonnage.**

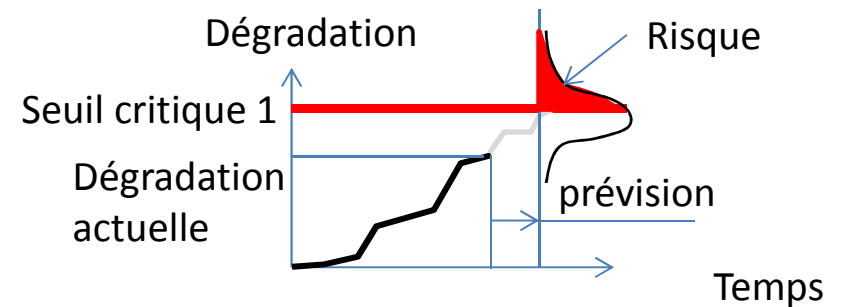


Banc moteur

# Méthodes émergentes

## 5- Modèle de comportement à un critère de décision

- **Complexité du modèle:**
  - **Comportement multivarié**
  - **Seuils de défaillance corrélés**
- **Critère de décision robuste:**
  - **Développement de critères statistiques (paramétrique, non paramétriques, Bayésien, data mining, ...)**
  - **Discrimination entre effets stochastique et échantillonnage**
- **Application à la maintenance conditionnelle (Health Monitoring),  
prévision, ...**

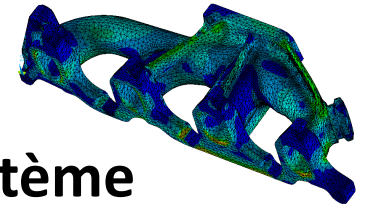




# Challenges

## 1- Méthodes d'analyse

- Collecte des données et informations d'entrée
- Estimation du coût de défaillance (vie humaine, environnement, fluctuations monétaires, dommages indirects, etc...)
- Coût de calcul : Fiabilité, Optimisation, CAO, MEF, Système
- Nombre de variables : aléatoires, mécaniques et numériques



# Challenges

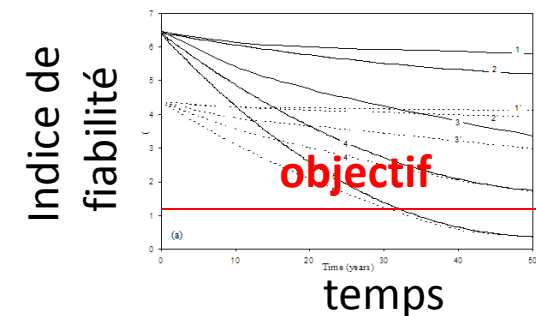
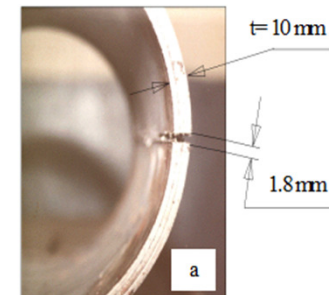
## 2- Applications en conception

- La fiabilité calculée n'est pas la fiabilité réelle !
- Absence de retour d'expérience sur les événements graves/rares.
- Comment spécifier la fiabilité cible ?
- Comment traiter les aléas dépendant du temps et de l'espace ?

pipeline



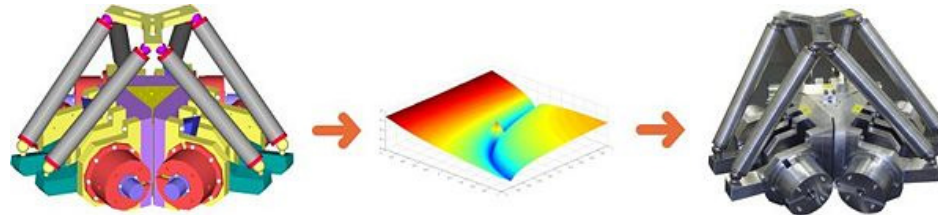
Géométrie



# Challenges

## 3 - Applications à d'autres secteurs

- Application aux micro-actionneurs et aux nanotechnologies (effet d'échelle ?).



- Traitement fiable des parties mécaniques des composants.
- Mécatroniques (approche multi-physique) .
- Intégration du facteur humain.

