GTR « 3S » (Sécurité et Sûreté des Structures)

- Le GTR existe depuis 2006
- Il est rapidement devenu un groupe commun avec l'AFM

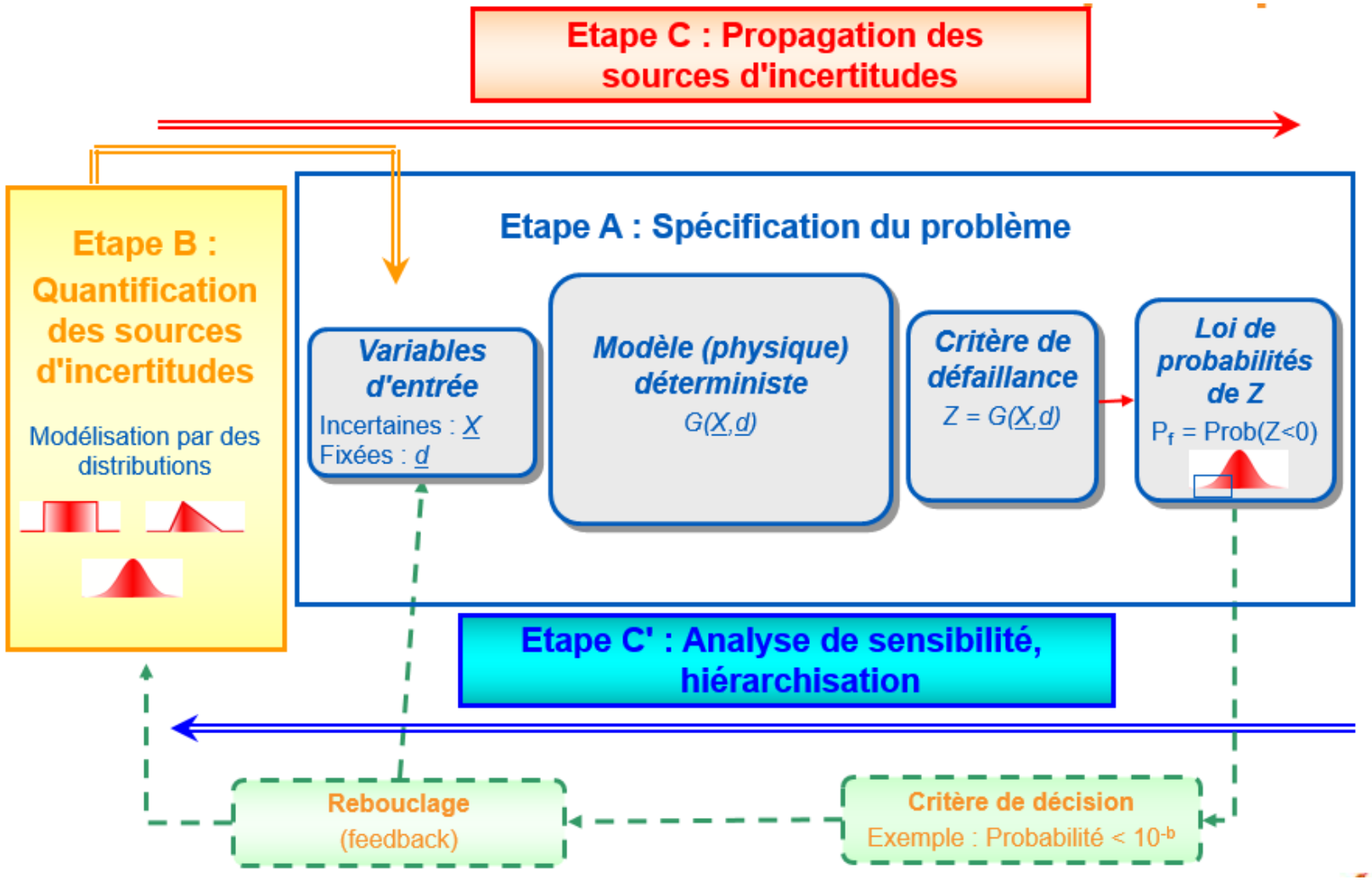
Un hommage à

André LANNOY (animateur IMdR)

Et

Maurice LEMAIRE (co-animateur AFM)

GTR « 3S » (Sécurité et Sûreté des Structures) – La Fiabilité des Structures



GTR « 3S » (Sécurité et Sûreté des Structures) - Objectifs

- Favoriser les échanges scientifiques entre universitaires et industriels au sein de la communauté scientifique française liée à la Fiabilité des Structures
  - Exposés, manifestations
- Dans un contexte lié à l'IMdR, à la maîtrise des risques et à la SdF
- En lien avec l'AFM (Association Française de Mécanique)
- Avoir une action de formation dans le domaine
- Faire le point sur l'actualité liée aux défaillances structurales
  - Cf. effondrement du pont Morandi (viaduc de Gênes)

GTR « 3S » (Sécurité et Sûreté des Structures) - Membres

- Animateur: E. Ardillon (EDF-R&D/PRISME)
- Co-animateur, représentant AFM: P. Beaurepaire (SIGMA-Clermont)
  - Lien avec l'AFM
  - Réunions multisites: organisateur pour le site de Clermont
  - Propositions d'exposés (SIGMA-Clermont)
- Membres:
  - Industriels: EDF seul industriel permanent; ponctuellement: Renault; CEA; GRT gaz; ONERA ; SNCF
  - Principalement: Ecoles, Universités, Labos publics
    - SIGMA-Clermont, INSA/Rouen; ponctuellement: ESTP, ENIT
    - IFSTTAR (réunions multisites: site principal), INERIS, IRSTEA, IRT-Jules Vernes,
    - Université de Nantes, Université Grenoble-Alpes, UTT

  - Sociétés : PHIMECA Engineering; ponctuellement: SECTOR, AMETHYSTE
    - Et depuis 2019: EGIS, SERES-Technologies

GTR « 3S » (Sécurité et Sûreté des Structures) - Activités

- 3 réunions par an : deux réunions multisites en visioconférence, une plénière « physique »
  - Exposés scientifiques, techniques ou généraux (2 à 3 par session)
  - News diverses (IMdR, vie de la communauté scientifique)
  - Liens avec l'actualité: cf. le pont Morandi → Jeudi PRISME le 8 novembre de 13:00 à 14:00, lundi technique MMC le 21 janvier 2019
- Journée annuelle de sensibilisation à la démarche probabiliste
- Contributions au Lambda-Mu
  - Ateliers
    - Octobre 2018: « La Fiabilité des Structures dans l'Univers des Risques » - 4 orateurs
  - Présentations
  - Animation de sessions
- Autres manifestations de l'IMdR
- Autres manifestations scientifiques (cf. congrès MMR 2017)
- Ouvrage collectif « La Fiabilité en Mécanique » (janvier 2018)
  - 10 chapitres écrits par des membres du GTR

GTR « 3S » (Sécurité et Sûreté des Structures) – Un ODJ typique: réunion du 27/09/2018

1 Introduction

Renouvellement des animateurs

Quelques propositions

2 Exposés scientifiques

- Méthode adaptative de Krigeage pour l'estimation de l'endommagement mécanique: application à la certification des structures éoliennes offshores (Quentin Huchet, EDF-R&D & Sigma-Clermont)
- Plans d'expérience pour le krigeage en Fiabilité (Nicolas Lelièvre, Sigma-Clermont)
- Approches expérimentales pour l'évaluation de la fiabilité structurale (titre provisoire - André Orcesi, IFSTTAR)

3 *Exposés futurs*

- Reliability analysis and optimal design under uncertainty - Focus on adaptative surrogate-based approaches , HDR, Jean-Marc Bourinet , SIGMA Clermont-Ferrand
- IRT-Jules Vernes: Présentation (Tanguy Moro)
- Autres propositions

GTR « 3S » (Sécurité et Sûreté des Structures) – Un ODJ typique: réunion du 27/09/2018

4 Autres activités du GTR

Lambda – Mu 21 : atelier « La Fiabilité des Structures dans l'Univers des Risques » (mardi 16 octobre) – point d'avancement

Sessions, communications

Autres

5 Points divers

Effondrement du viaduc de Gênes (pont Morandi) (exposé IFSTTAR (C. Rospars, EAN, tous)

Vie de la communauté

Soutenances de thèse à venir

AG IMdR (26 juin 2018)

(venue LF à l'IMdR, GST AFM « Mécanique & Incertain », cours)

6 Date de la prochaine réunion

GTR « 3S » (Sécurité et Sûreté des Structures) – Focus scientifique: les méthodes AK

- Organisation d'une réunion du GTR 3S centrée autour des méthodes utilisant le krigeage le 27/09/2019

- Technique d'approximation de modèle couteux (e.g. code de calcul type éléments fini)

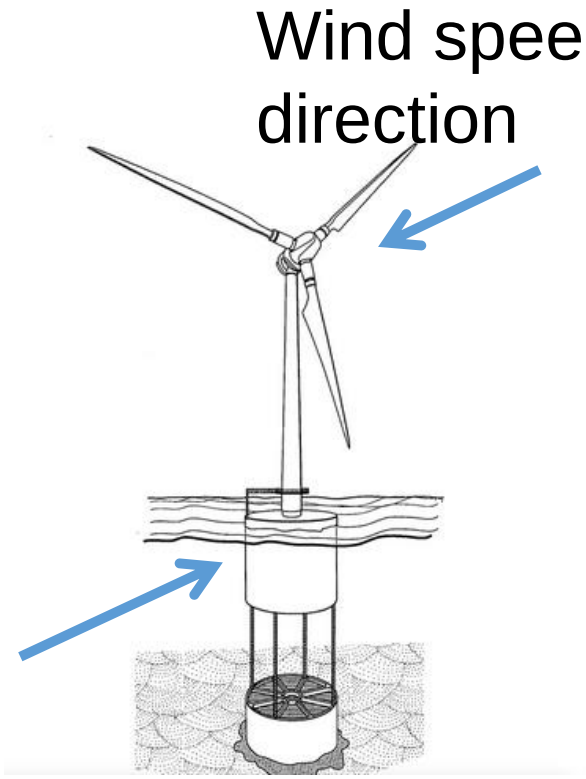
- Le krigeage apporte deux informations:
  - La moyenne, utilisée comme approximation
  - La variance, fournie un indicateur de l'erreur

- Méthodes adaptatives
  - Sélection d'un plan d'expériences initial
  - Identification des zones du domaine mal couverte
  - Raffinement du plan d'expériences dans ces zones

- Présentation de N. Lelievre de son projet de thèse
  - Approximation de faibles probabilités de défaillance
  - Application à des problèmes en grande dimensions (centaine de variables)

GTR « 3S » (Sécurité et Sûreté des Structures) – Focus scientifique: les méthodes AK

- Présentation de Quentin Huchet, thèse CIFRE avec EDF
- éoliennes soumises à des sollicitation environnementales
  - Vent, houle, *etc.*
  - Grande variabilité des sollicitations, interprétée comme une incertitude
- Simulations numériques de l'endommagement
  - Avec la méthode de Palmgren-Miner
- Normes imposent de calculer l'endommagement moyen sur une grille
  - *Curse of the dimensionality* (explosion combinatoire)
- Utilisation du krigeage
  - Permet de rester dans le cadre de la norme
  - Réduction du temps de calcul
  - Estimateur de l'erreur défini en utilisant la variance de krigeage



Activités de recherche de l'équipe clermontoise

- Invitation de Clément Judek à présenter les activités de recherche à Clermont-Ferrand
- Rattachement à l'Institut Pascal
  - Unité Mixte de Recherche impliquant l'Université Clermont-Auvergne, SIGMA-Clermont et le CNRS
- Equipe rassemblée par Maurice Lemaire, dont l'activité a perduré après son départ à la retraite
- 7 permanents, 11 doctorants
- Activités centrées sur la quantifications des incertitudes en mécanique des structures
  - Lien évident avec les préoccupations de l'IMdR, notre activité est tout de même plus centrée sur la quantification de la probabilité d'occurrence de scénarios de défaillances
  - Applications plus orientées vers le dimensionnement pours l'industrie manufacturière, dans une moindre mesure la maintenance et le génie civil

Activités de recherche de l'équipe clermontoise

- Cœur de métier centré autour de la fiabilité
  - Calcul de la probabilité d'occurrence d'événements rares (10^{-4} – 10^{-9})

- Méthode de référence est la simulation de Monte Carlo
  - Génération de nombre aléatoires et dénombrement du nombre de défaillances

- Difficultés causes par :
  - Les faibles probabilités
  - Les codes de calcul couteux (en temps)

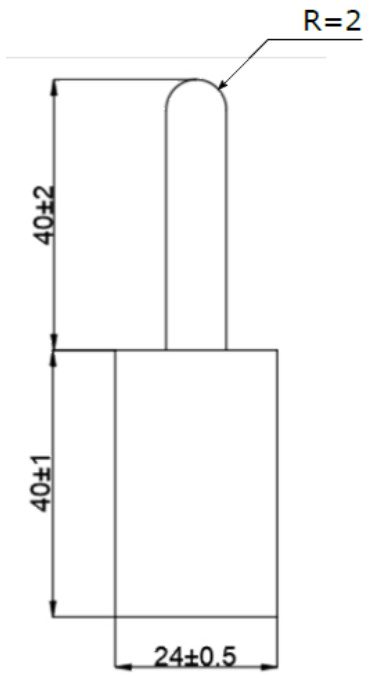
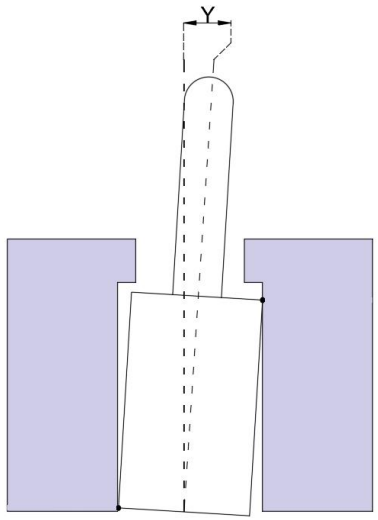
- Expertise au niveau de l'utilisation de méta-modèles pour réduire le temps de calcul
  - Formule mathématique ou code informatique rapide à évaluer (type régression polynomiale, réseaux de neurones)
  - Utilisation privilégiée des **Support Vector Machine** ou du **krigeage**

Activités de recherche de l'équipe clermontoise

- Autres activités significatives

- Couplage mécano-fiabiliste
  - Application des méthodes probabilistes à un code de calcul mécanique
  - Triple expertise math. appliquées – physique – informatique

- Fatigue
  - Endommagement cause par l'application répétée de cycles de chargement
  - Observation d'une dispersion importante de la durée de vie

- Analyse des tolérances
  - Application de méthodes probabilistes sur des grandeurs définies par un intervalle

- Processus stochastiques
  - Grandeurs aléatoires évoluant dans le temps
  - Par exemple modélisation de la vitesse du vent, de l'accélération causée par un séisme, *etc*.