



 **Notre offre de formations**

 **Parcours de formation**

 **Modules individuels**

 **Planning des formations**

*Date de mise à jour : 6 novembre 2019.*

L'**ingénierie robuste** repose sur la complémentarité de la modélisation physique et des techniques d'apprentissage statistique pour anticiper les risques et s'en prémunir, apporter des garanties de performances ou de sûreté, réduire les coûts de conception et d'exploitation, et répondre aux évolutions des usages, cadres réglementaires et marchés.

Notre programme de formations théoriques et pratiques couvre les fondamentaux jusqu'aux techniques avancées les plus récentes. Il vise une **compréhension en profondeur des méthodes**, et leur mise en **œuvre avec des outils efficaces**.

Choisissez l'un de nos parcours de formation ou constituez votre propre sélection pour profiter de nos tarifs dégressifs. En complément des formations proposées dans ce catalogue, nous pouvons construire ensemble un programme de **formations sur mesure** afin de répondre au mieux à vos attentes.

Nous proposons notamment une formation sur mesure à l'usage d'**OpenTURNS sur Python**.

N'hésitez pas à nous contacter pour plus d'informations : [formations@phimeca.com](mailto:formations@phimeca.com).

Les formations sont dispensées en présentiel par **groupes de 6 personnes maximum** afin de garantir convivialité et interaction continue avec les intervenants.

Les formations sont assurées par des **docteurs, experts des sujets traités**.

Toutes nos formations comportent des **exercices et études de cas** pour mettre en pratique et évaluer l'acquisition des méthodes étudiées. Lorsqu'un ordinateur est nécessaire, il peut être prêté par Phimeca, à moins que le stagiaire ne préfère utiliser sa machine personnelle. Les supports de présentation projetés lors des cours théoriques, ainsi que des corrections des travaux pratiques sont distribués aux stagiaires.

Sauf mention contraire, nos formations sont dispensées dans nos locaux de Paris, au 18 boulevard de Reuilly.

Nos tarifs sont dégressifs dès la deuxième journée de formation :

| Nombre de jours     | Industriel | Chercheur académique | Étudiant |
|---------------------|------------|----------------------|----------|
| 1                   | 850 €      | 650 €                | 400 €    |
| 2                   | 1500 €     | 1300 €               | 600 €    |
| 3                   | 2200 €     | 1800 €               | 700 €    |
| 4                   | 2800 €     | 2400 €               | 800 €    |
| Jour supplémentaire | 700 €      | 600 €                | 100 €    |

Voici quelques suggestions de parcours de formation. Vous pouvez bien entendu composer votre propre sélection et nous sommes à votre disposition ([formations@phimeca.com](mailto:formations@phimeca.com)) pour vous assister dans vos choix.

## MS + MP1 + MP2 : **Contrôler l'incertitude de vos données et simulations.**

Apprenez à modéliser l'incertain grâce aux fondamentaux de la statistique et des probabilité (formation MS). Mettez en œuvre les techniques apprises en programmant la [propagation des incertitudes dans des modèles numériques](#) (formation MP1). Identifiez les sources d'incertitudes les plus influents par une [analyse de sensibilité](#) pour garantir la pertinence de vos modèles (formation MP2).

## MS + MP3 : **Évaluer la fiabilité d'un système.**

Initiez vous ou approfondissez vos connaissances en statistique (formation MS) et mettez en œuvre ses concepts dans une [démarche de dimensionnement ou de justification](#). Les méthodes de fiabilité (formation MP3) vous permettent de démontrer la validité d'une stratégie pour faire face à des [scénarios de défaillance](#) en calculant leur [probabilité d'occurrence](#).

## OM + MM : **Modélisation 0D/1D**

Découvrez les outils permettant de mener des expériences numériques avec des modèles dynamiques écrit en langage Modelica (formation OM). Utilisez les techniques d'approximation de surfaces de réponses (formation MM) pour passer à l'échelle vos plans d'expérience, ou inclure dans vos modèles de systèmes des composant issu de modèles sophistiqués mais coûteux.

## Formation MS : Fondamentaux de statistiques et probabilités

### Objectifs

- + Comprendre les motivations de l'approche probabiliste
- + Savoir construire un modèle probabiliste
- + Pouvoir porter un regard critique sur les résultats d'une analyse statistique

### Prérequis

- + Connaissances de base en mathématiques.
- + Connaissance de Python appréciable.

### Responsable

Sylvain Girard (girard@phimeca.com).

### Formation en 2 jours :

- + Session 1
  - 10 avril 2019
  - 11 avril 2019
- + Session 2
  - 09 octobre 2019
  - 10 octobre 2019

### Programme

- + Pourquoi utiliser le hasard en modélisation ?
- + Concepts fondamentaux de la statistique et des probabilités
  - Variable aléatoire et loi de probabilité
  - Lois uniforme et gaussienne
  - Espérance et variance
  - Fonction de répartition et densité
- + Couple de variables aléatoires, conditionnement et régression
  - Interactions entre variables aléatoires
  - Probabilités conditionnelles
  - Prédire à l'aide de données : le modèle linéaire
- + Construire un modèle et décider à l'aide d'un échantillon
  - Modéliser l'incertain par des variables aléatoires
  - Inférer des paramètres à l'aide d'un échantillon
  - Tester quantitativement des hypothèses et prendre des décisions
- + Exercices d'application (Papier-crayon ou Python)

## Formation MM : Construction de métamodèles

### Objectifs

- + Connaître les différentes familles de surfaces de réponses.
- + Savoir construire une surface de réponse par régression linéaire, polynôme du chaos ou krigeage.
- + Connaître les principaux plans d'expériences et méthodes de validation.

### Prérequis

- + Bonne connaissance en théorie des probabilités.
- + Connaissance de Python souhaitable.

### Responsable

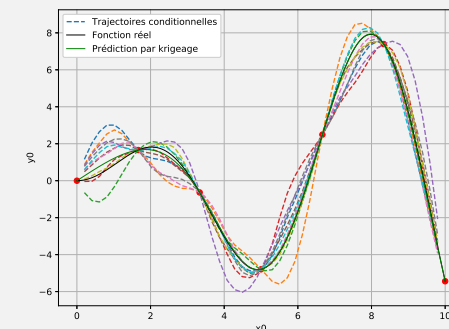
Antoine Dumas (dumas@phimeca.com).

### Formation en 2 jours :

- + Session 1
  - 15 mai 2019
  - 16 mai 2019
- + Session 2
  - 30 octobre 2019
  - 31 octobre 2019

### Programme

- + Introduction aux surfaces de réponses
- + Plan d'expériences
- + Validation
- + Modèle de régression linéaire
  - Formulation et loi asymptotiques des estimateurs
  - Validation et tests statistiques
- + Chaos Polynomial
  - Construction de la base, estimation des coefficients
  - Post-traitement
- + Krigeage
  - Construire le modèle de krigeage pas à pas



+ Travaux pratiques avec Python

## Formation MP1 : Apprendre à propager les incertitudes

### Objectifs

- + Voir les différentes étapes de la démarche "Incertitudes".
- + Connaître les algorithmes classiques de propagation d'incertitudes.
- + Réaliser toutes les étapes de la propagation au travers d'un modèle en Python.

### Prérequis

- + Bonne connaissances en théorie des probabilités.
- + Connaissance de Python souhaitable.

### Responsable

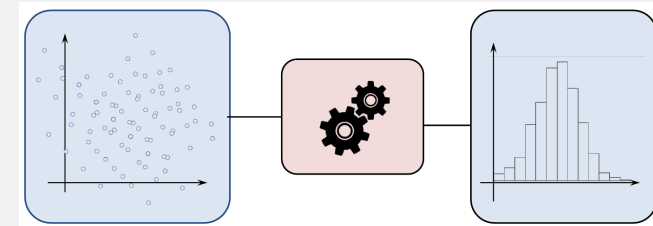
Antoine Dumas (dumas@phimeca.com).

### Formation en 1 jour :

- + Session 1
  - 27 mars 2019
- + Session 2
  - 02 octobre 2019

### Programme

- + La méthodologie « Incertitudes »
  - Pourquoi ? approche par l'exemple
  - Comment ? les différentes étapes
- + Analyse de tendance centrale
  - Méthode du cumul quadratique
  - Simulation de Monte Carlo



- + Travaux pratiques avec Python
  - Créer le modèle probabiliste
  - Créer le modèle physique
  - Propager les incertitudes



## Formation MP2 : Hiérarchiser les incertitudes

### Objectifs

- + Réaliser une hiérarchisation des incertitudes.
- + Savoir interpréter les résultats d'une analyse de sensibilité.

### Prérequis

- + Bonne connaissances en théorie des probabilités.
- + Connaissance de Python souhaitable.

### Responsable

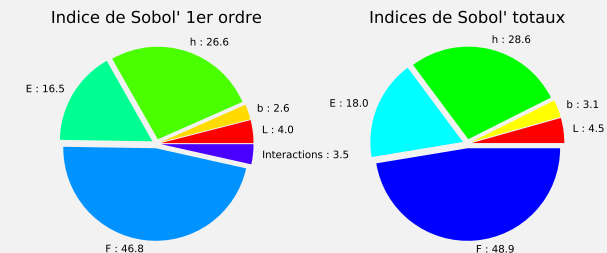
Antoine Dumas (dumas@phimeca.com).

### Formation en 1 jour :

- + Session 1
  - 17 avril 2019
- + Session 2
  - 16 octobre 2019

### Programme

- + La méthodologie « Incertitudes »
  - Rappel sur les différentes étapes
- + Méthode de criblage
  - Méthode de Morris
- + Indices locaux
  - Développement de Taylor
- + Indices globaux
  - Indices basées sur la corrélation
  - Analyse de la variance : indices de Sobol
  - Post-traitement du chaos polynomial



- + Travaux pratiques avec Python

## Formation MP3 : Évaluer la fiabilité d'un système

### Objectifs

- + Savoir poser un problème de fiabilité des structures.
- + Savoir mettre en oeuvre les algorithmes de résolution.

### Prérequis

- + Bonne connaissances en théorie des probabilités.
- + Connaissance de Python souhaitable.

### Responsable

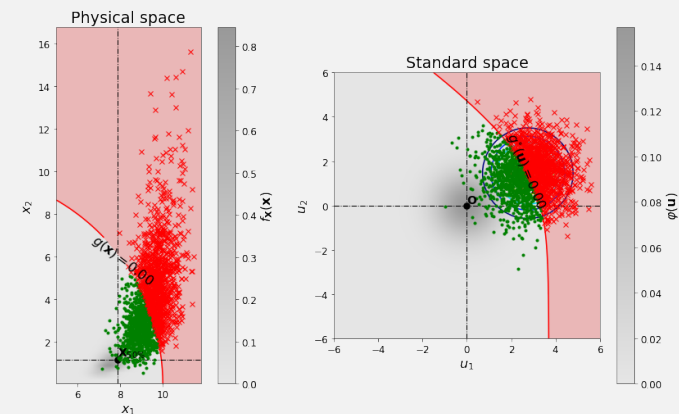
Antoine Dumas (dumas@phimeca.com).

### Formation en 2 jours :

- + Session 1
  - 19 juin 2019
  - 20 juin 2019
- + Session 2
  - 20 novembre 2019
  - 21 novembre 2019

### Programme

- + Formalisme de la fiabilité des structures
- + Méthodes de calcul des probabilités de défaillance
  - Simulation de Monte Carlo
  - Méthodes FORM/SORM
  - Simulation conditionnelle, directionnelle, tirage d'importance, Subset simulation



- + Interprétation des résultats
  - Probabilité de défaillance, indices de fiabilité
  - Analyse de sensibilité, facteurs d'importance, facteurs d'omission
  - Coefficients partiels de sécurité
- + Travaux pratiques avec Python

## Formation OM : Modelica et Python

### Objectifs

- + Constituer une panoplie d'outils pour le traitement mathématique et automatisé des modèles Modelica
- + Analyser des incertitudes d'un modèle Modelica
- + Calibrer et valider un modèle Modelica

### Prérequis

- + Maîtrise rudimentaire de Python et Modelica.

### Responsable

Sylvain Girard (girard@phimeca.com).

### Formation en 1 jour :

- + Session 1
  - 14 mars 2019
- + Session 2
  - 13 juin 2019
- + Session 3
  - 12 septembre 2019

### Programme

- + Modelica : un langage de programmation pour la modélisation physique



- + La norme (Functional Mock-up Interface) (FMI)
  - Produire une boîte noire autonome (*Functional Mock-up Unit*, FMU) à partir d'un modèle Modelica



- + Piloter une FMU avec Python



- + Inclure des composants externes (FORTRAN, C, Python) dans des modèles Modelica
- + Mise en pratique (exercices ou application directe avec votre modèle)
  - Plans d'expérience, propagation d'incertitude et analyse de sensibilité
  - Calibration de paramètres et assimilation de données
  - Optimisation
  - Méta-modèles. . .

## Formation OS : Initiation à la plate-forme Salomé-Méca

### Objectifs

- + Savoir construire un modèle éléments finis d'une structure avec la plate-forme Salomé-Méca en mécanique linéaire
- + Connaître les principales fonctionnalités de la plate-forme

### Prérequis

- + Aucun

### Responsable

Karina Macocco (macocco@phimeca.com).

### Formation en 2 jours :

- + Session 1
  - 22 mai 2019
  - 23 mai 2019
- + Session 2
  - 06 novembre 2019
  - 07 novembre 2019

### Programme

- + Introduction
  - Présentation générale de la plate-forme Salomé-Méca et de ses modules
  - Principe d'exécution d'une étude simple avec Code\_Aster
- + Module de géométrie GEOM
  - Objets GEOM
  - Importer/exporter des fichiers de CAO
  - Opérations de constructions ou de réparation d'objets géométriques
  - Outils de mesures
- + Module de maillage MESH
  - Définitions des types de mailles, algorithmes disponibles et hypothèses de discrétisations
  - Création et/ou modification de maillages
  - Vérifications de la qualité du maillage
- + Module de calcul Code\_Aster
  - Présentation de Code\_Aster
  - Outils : wizards et Efficas
  - Mise en oeuvre d'une étude en mécanique statique (ou autre étude simple)
- + Module de post-traitement PARAVIS
  - Visualisation des champs de contraintes, déformées, coupes, ...
  - Tracés de courbes

# 2019 Planning des formations

## Premier semestre

| Janvier | Février | Mars   | Avril  | Mai    | Juin   |
|---------|---------|--------|--------|--------|--------|
| 1 Mar   | 1 Ven   | 1 Ven  | 1 Lun  | 1 Mer  | 1 Sam  |
| 2 Mer   | 2 Sam   | 2 Sam  | 2 Mar  | 2 Jeu  | 2 Dim  |
| 3 Jeu   | 3 Dim   | 3 Dim  | 3 Mer  | 3 Ven  | 3 Lun  |
| 4 Ven   | 4 Lun   | 4 Lun  | 4 Jeu  | 4 Sam  | 4 Mar  |
| 5 Sam   | 5 Mar   | 5 Mar  | 5 Ven  | 5 Dim  | 5 Mer  |
| 6 Dim   | 6 Mer   | 6 Mer  | 6 Sam  | 6 Lun  | 6 Jeu  |
| 7 Lun   | 7 Jeu   | 7 Jeu  | 7 Dim  | 7 Mar  | 7 Ven  |
| 8 Mar   | 8 Ven   | 8 Ven  | 8 Lun  | 8 Mer  | 8 Sam  |
| 9 Mer   | 9 Sam   | 9 Sam  | 9 Mar  | 9 Jeu  | 9 Dim  |
| 10 Jeu  | 10 Dim  | 10 Dim | 10 Mer | 10 Ven | 10 Lun |
| 11 Ven  | 11 Lun  | 11 Lun | 11 Jeu | 11 Sam | 11 Mar |
| 12 Sam  | 12 Mar  | 12 Mar | 12 Ven | 12 Dim | 12 Mer |
| 13 Dim  | 13 Mer  | 13 Mer | 13 Sam | 13 Lun | 13 Jeu |
| 14 Lun  | 14 Jeu  | 14 Jeu | 14 Dim | 14 Mar | 14 Ven |
| 15 Mar  | 15 Ven  | 15 Ven | 15 Lun | 15 Mer | 15 Sam |
| 16 Mer  | 16 Sam  | 16 Sam | 16 Mar | 16 Jeu | 16 Dim |
| 17 Jeu  | 17 Dim  | 17 Dim | 17 Mer | 17 Ven | 17 Lun |
| 18 Ven  | 18 Lun  | 18 Lun | 18 Jeu | 18 Sam | 18 Mar |
| 19 Sam  | 19 Mar  | 19 Mar | 19 Ven | 19 Dim | 19 Mer |
| 20 Dim  | 20 Mer  | 20 Mer | 20 Sam | 20 Lun | 20 Jeu |
| 21 Lun  | 21 Jeu  | 21 Jeu | 21 Dim | 21 Mar | 21 Ven |
| 22 Mar  | 22 Ven  | 22 Ven | 22 Lun | 22 Mer | 22 Sam |
| 23 Mer  | 23 Sam  | 23 Sam | 23 Mar | 23 Jeu | 23 Dim |
| 24 Jeu  | 24 Dim  | 24 Dim | 24 Mer | 24 Ven | 24 Lun |
| 25 Ven  | 25 Lun  | 25 Lun | 25 Jeu | 25 Sam | 25 Mar |
| 26 Sam  | 26 Mar  | 26 Mar | 26 Ven | 26 Dim | 26 Mer |
| 27 Dim  | 27 Mer  | 27 Mer | 27 Sam | 27 Lun | 27 Jeu |
| 28 Lun  | 28 Jeu  | 28 Jeu | 28 Dim | 28 Mar | 28 Ven |
| 29 Mar  |         | 29 Ven | 29 Lun | 29 Mer | 29 Sam |
| 30 Mer  |         | 30 Sam | 30 Mar | 30 Jeu | 30 Dim |
| 31 Jeu  |         | 31 Dim |        | 31 Ven |        |

|            |  |
|------------|--|
| <b>MS</b>  | Fondamentaux de statistiques et probabilités |
| <b>MM</b>  | Construction de métamodèles                  |
| <b>MP1</b> | Apprendre à propager les incertitudes        |
| <b>MP2</b> | Hiérarchiser les incertitudes                |
| <b>MP3</b> | Évaluer la fiabilité d'un système            |
| <b>OM</b>  | Modelica et Python                           |
| <b>OS</b>  | Initiation à la plate-forme Salomé-Méca      |

Ces dates ne vous conviennent pas ? N'hésitez pas nous contacter pour une autre date de session.

# 2019 Planning des formations

## Deuxième semestre

| Juillet | Août   | Septembre        | Octobre           | Novembre          | Décembre |
|---------|--------|------------------|-------------------|-------------------|----------|
| 1 Lun   | 1 Jeu  | 1 Dim            | 1 Mar             | 1 Ven             | 1 Dim    |
| 2 Mar   | 2 Ven  | 2 Lun            | 2 Mer <b>MP1</b>  | 2 Sam             | 2 Lun    |
| 3 Mer   | 3 Sam  | 3 Mar            | 3 Jeu             | 3 Dim             | 3 Mar    |
| 4 Jeu   | 4 Dim  | 4 Mer            | 4 Ven             | 4 Lun             | 4 Mer    |
| 5 Ven   | 5 Lun  | 5 Jeu            | 5 Sam             | 5 Mar             | 5 Jeu    |
| 6 Sam   | 6 Mar  | 6 Ven            | 6 Dim             | 6 Mer <b>OS</b>   | 6 Ven    |
| 7 Dim   | 7 Mer  | 7 Sam            | 7 Lun             | 7 Jeu             | 7 Sam    |
| 8 Lun   | 8 Jeu  | 8 Dim            | 8 Mar             | 8 Ven             | 8 Dim    |
| 9 Mar   | 9 Ven  | 9 Lun            | 9 Mer <b>MS</b>   | 9 Sam             | 9 Lun    |
| 10 Mer  | 10 Sam | 10 Mar           | 10 Jeu            | 10 Dim            | 10 Mar   |
| 11 Jeu  | 11 Dim | 11 Mer           | 11 Ven            | 11 Lun            | 11 Mer   |
| 12 Ven  | 12 Lun | 12 Jeu <b>OM</b> | 12 Sam            | 12 Mar            | 12 Jeu   |
| 13 Sam  | 13 Mar | 13 Ven           | 13 Dim            | 13 Mer            | 13 Ven   |
| 14 Dim  | 14 Mer | 14 Sam           | 14 Lun            | 14 Jeu            | 14 Sam   |
| 15 Lun  | 15 Jeu | 15 Dim           | 15 Mar            | 15 Ven            | 15 Dim   |
| 16 Mar  | 16 Ven | 16 Lun           | 16 Mer <b>MP2</b> | 16 Sam            | 16 Lun   |
| 17 Mer  | 17 Sam | 17 Mar           | 17 Jeu            | 17 Dim            | 17 Mar   |
| 18 Jeu  | 18 Dim | 18 Mer           | 18 Ven            | 18 Lun            | 18 Mer   |
| 19 Ven  | 19 Lun | 19 Jeu           | 19 Sam            | 19 Mar            | 19 Jeu   |
| 20 Sam  | 20 Mar | 20 Ven           | 20 Dim            | 20 Mer <b>MP3</b> | 20 Ven   |
| 21 Dim  | 21 Mer | 21 Sam           | 21 Lun            | 21 Jeu            | 21 Sam   |
| 22 Lun  | 22 Jeu | 22 Dim           | 22 Mar            | 22 Ven            | 22 Dim   |
| 23 Mar  | 23 Ven | 23 Lun           | 23 Mer            | 23 Sam            | 23 Lun   |
| 24 Mer  | 24 Sam | 24 Mar           | 24 Jeu            | 24 Dim            | 24 Mar   |
| 25 Jeu  | 25 Dim | 25 Mer           | 25 Ven            | 25 Lun            | 25 Mer   |
| 26 Ven  | 26 Lun | 26 Jeu           | 26 Sam            | 26 Mar            | 26 Jeu   |
| 27 Sam  | 27 Mar | 27 Ven           | 27 Dim            | 27 Mer            | 27 Ven   |
| 28 Dim  | 28 Mer | 28 Sam           | 28 Lun            | 28 Jeu            | 28 Sam   |
| 29 Lun  | 29 Jeu | 29 Dim           | 29 Mar            | 29 Ven            | 29 Dim   |
| 30 Mar  | 30 Ven | 30 Lun           | 30 Mer <b>MM</b>  | 30 Sam            | 30 Lun   |
| 31 Mer  | 31 Sam |                  | 31 Jeu            |                   | 31 Mar   |

|            |  |
|------------|--|
| <b>MS</b>  | Fondamentaux de statistiques et probabilités |
| <b>MM</b>  | Construction de métamodèles                  |
| <b>MP1</b> | Apprendre à propager les incertitudes        |
| <b>MP2</b> | Hiérarchiser les incertitudes                |
| <b>MP3</b> | Évaluer la fiabilité d'un système            |
| <b>OM</b>  | Modelica et Python                           |
| <b>OS</b>  | Initiation à la plate-forme Salomé-Méca      |

Ces dates ne vous conviennent pas ? N'hésitez pas nous contacter pour une autre date de session.