CATALOGUE DES FORMATIONS

2023

MÉCANIQUE

INCERTITUDES & DATA SCIENCES

MODÉLISATION MULTI-PHYSIQUE

PHIMECA
L'ingénierie responsable

MIS À JOUR LE 22/11/2023

SOMMAIRE

03. UN MOT SUR L'ENTREPRISE
05. OFFRE DE LA FORMATION
08. GRILLE TARIFAIRE
09. MODULES DE FORMATION
10. MÉCANIQUE
18. INCERTITUDES & DATA SCIENCES
26. MODÉLISATION MULTI-PHYSIQUE
31. CONTACT

UN MOT SUR L'ENTREPRISE

PHIMECA
The responsible engineering

Née à Clermont-Ferrand en 2001, Phimeca est une société d'ingénierie également implantée à Paris, Chambéry et Lyon. Phimeca s'appuie sur son expertise en modélisation physique et data sciences pour aider ses clients à concevoir, dimensionner, exploiter et maintenir leurs systèmes et structures de façon robuste et fiable.

PHIMECA ET LA FORMATION

Phimeca est de longue date un acteur engagé dans la formation continue aussi bien que dans la formation initiale des ingénieurs et docteurs de demain. Vous retrouverez dans nos parcours de formation l'ensemble des compétences clés que Phimeca met en œuvre dans ses études : calculs mécaniques, modélisation physique, statistiques et probabilités, data sciences, fiabilité...
Rendre ses savoirs accessibles au plus grand nombre et réellement utilisés est une de nos motivations !

RAISON D'ÊTRE ET MISSIONS

En cohérence avec ses valeurs historiques de collaboration, d'innovation et d'engagement sociétal, Phimeca s'est donnée pour raison d'être :

"Construire ensemble, par une ingénierie innovante, une industrie respectueuse de l'homme et de son environnement"

Cette raison d'être est précisée au travers des quatre axes de mission inscrits dans nos statuts :

- Innover avec nos clients pour la préservation de l'environnement, par la résilience et la durabilité des structures et systèmes ;
- Affirmer l'apport de l'ingénieur à la société, dans un esprit d'ouverture et de partage ;
- S'impliquer dans le développement de nos territoires, être plein acteur de nos écosystèmes ;
- Favoriser l'épanouissement personnel et la diversité, au sein d'une entreprise coopérative.

ETUDES

Savoir-faire historique de Phimeca, l'engagement de résultats sur nos domaines d'expertise en ingénierie robuste garantit aux acteurs de l'industrie un accompagnement à forte valeur ajoutée et une meilleure maîtrise de leur budget et de leur calendrier dans les phases de développement des projets.

ASSISTANCE TECHNIQUE

Particulièrement adaptée aux travaux confidentiels, urgents ou complexes nécessitant des interactions et une réactivité très fortes, nos experts-conseil interviennent directement dans vos locaux et en collaboration avec vos équipes afin de vous apporter le soutien dont vous avez besoin.

FORMATIONS

Dans le domaine du traitement des incertitudes ou du calcul par éléments finis, nous vous proposons de suivre nos parcours de formation sur catalogue ou d'élaborer ensemble des formations sur mesure.

Persalys

DÉVELOPPEMENT LOGICIELS

Via des logiciels de notre catalogue ou le développement d'outils métiers spécifiques, nous apportons des solutions informatiques à vos problématiques, afin de vous faire gagner en efficacité.

En savoir plus : www.phimeca.com

UN MOT SUR L'ENTREPRISE

À QUI S'ADRESSE NOS FORMATIONS ?

Nos formations s'adressent en particulier à des personnes intéressées par la modélisation physique de produits et de structures, ainsi que par des problématiques de fiabilité, de robustesse et de dimensionnement. Par exemple : ingénieurs (bureau d'étude, R&D), techniciens, chercheurs.

NOTRE ÉQUIPE DE FORMATEURS

Les formations sont animées par des docteurs et ingénieurs, experts des sujets traités. L'équipe est coordonnée par le responsable des formations.

En savoir plus :

https://www.phimeca.com/les-phimecanicien-ne-s/

L'équipe dispose d'un référent handicap, interlocuteur privilégié pour proposer les adaptations nécessaires pour l'accessibilité de nos formations aux personnes en situation de handicap.

ADAPTABILITÉ ET AMÉLIORATION CONTINUE

Les formations (lieux, dates, contenus,...) que nous vous proposons sont adaptées, dans la mesure du possible, pour vous fournir une prestation accessible et répondant à vos objectifs.

Des enquêtes de satisfactions sont réalisées à l'issue de chaque session pour nous assurer que vous avez atteint vos objectifs et pour améliorer nos offres.

DATADOCKÉ

Qualiopi processus certifié

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

La certification qualité a été délivrée au titre des catégories d'actions suivantes :
ACTIONS DE FORMATION

Les formations que nous proposons couvrent les domaines d'expertise de Phimeca : la **Mécanique**. les **Incertitudes et Data Sciences** et la **Modélisation multi-physique**. Certaines formations constituent ensemble un parcours particulier.

CONTRÔLER L'INCERTITUDE DE VOS DONNÉES ET SIMULATIONS

MS + MP1 + MP2

Apprenez à modéliser l'incertain grâce aux fondamentaux de la statistique et des probabilités (formation MS).
Analysez l'impact des incertitudes sur les performances d'un produit par la démarche de propagation des incertitudes dans des modèles numériques (formation MP1).
Identifiez les sources d'incertitudes les plus influentes par une analyse de sensibilité pour garantir la pertinence de vos modèles (formation MP2).

ÉVALUER LA FIABILITÉ D'UN SYSTÈME

MS + MP3

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.

PRÉDIRE LES PERFORMANCES DE VOS PRODUITS

MM + ML

Maîtrisez les fondamentaux de l'approximation de comportements complexes pour prédire plus rapidement les performances de vos produits par simulations numériques (formation MM).
Découvrez les méthodes d'analyse de données et de Machine Learning (formation ML).

MODALITÉS GÉNÉRALES

A la suite de votre demande d'inscription sur le site **Phimeca**, vous serez contacté par le responsable des formations ou un formateur afin de mieux comprendre vos besoins, vos enjeux et vos objectifs.

Ce temps d'échange permettra au formateur, au travers d'un questionnaire, de revoir vos attentes, d'évaluer votre adéquation aux pré-requis, et d'établir la convention de formation.

Le contenu et les modalités de mise en œuvre pourront être adaptés de façon à mieux répondre à vos attentes.

Une fois votre inscription validée par une convention de formation, une convocation vous donnera tous les détails sur le déroulement de la session (programme, accessibilité, …).
A la suite de la session, les supports de la formation vous seront transmis.

Les formations ont lieu en présentiel ou en distanciel, et sont limitées à 6 participants par session. Sauf adaptation particulière, nos formations se déroulent sur des journées de 7h.

ÉVALUATION DES COMPÉTENCES ACQUISES

Au cours de la formation, le formateur / la formatrice évaluera l'acquisition de connaissances et/ou de compétences par divers exercices adaptés (QCM, exercices théoriques, manipulation sur machine, etc.), afin de favoriser l'atteinte de vos objectifs.

NOS MOYENS DE FORMATION

Dans le cas des formations en présentiel, les formations ont lieu dans l'une de nos agences, à Paris ou à Cournon d'Auvergne. Le lieu peut être adapté suivant le nombre de participants, les méthodes pédagogiques mises en œuvre, ainsi que pour répondre à des besoins d'accessibilité particuliers.

La plupart de nos formations peuvent être réalisées en distanciel, via un logiciel de visio-conférence.
Toutes nos formations sont basées sur l'interactivité entre les participants. Elles comportent aussi des exercices et études de cas pour mettre en pratique et évaluer l'acquisition des méthodes étudiées.

NOUVEAU

A L'UNITÉ OU AU FORFAIT

Phimeca vous propose :

- de vous inscrire aux formations à l'unité (voir la grille tarifaire page 8) ;
- ou de souscrire à un forfait annuel, permettant à 2 personnes de votre entreprise de s'inscrire à toutes les formations du catalogue de l'année en cours pour **5000€ HT**.

En cas de besoin particulier, n'hésitez pas à nous contacter pour une offre sur-mesure (formations@phimeca.com).

FORMATION À L'UNITÉ

Le tableau ci-dessous donne les tarifs pour chaque formation.
En cas de formation en présentiel, le déjeuner est compris dans le prix.

FORMATION	INDUSTRIEL	CHERCHEUR ACADÉMIQUE	ÉTUDIANT	DURÉE (JOUR)
MEF	1 500€	1 275€	750€	2
SAM	1 500€	1 275€	750€	2
MV1	1 700€	1 700€	1 700€	3
MV2	1 700€	1 700€	1 700€	3
FAT	1 500€	1 275€	750€	2
MB	600€	510€	300€	1
AT1	1 500€	1 275€	750€	2
AT2	2 000€	1 700€	1 000€	2
MS	1 500€	1 275€	750€	2
MP1	850€	723€	425€	1
MP2	850€	723€	425€	1
MP3	1 500€	1 275€	750€	2
ML	1 500€	1 275€	750€	2
MM	1 500€	1 275€	750€	2
OM1	750€	700€	650€	1
OM2	1 800€	1 500€	950€	3
OPF	1 500 €	1 275€	750€	2
GCM	1 000€	800€	300€	0,5
MDR	1 500 €	1 275€	750€	2

MODULES DE FORMATION

SOMMAIRE DES MODULES

MÉCANIQUE 10

MEF - INITIATION AU CALCUL MÉCANIQUE PAR ÉLÉMENTS FINIS 11

SAM - INITIATION À LA PLATE-FORME SALOMÉ-MÉCA 12

MV1 - OPTIMISATION DES ESSAIS VIBRATOIRES PAR LA MODÉLISATION 13

MV2 - CALCULS ÉLÉMENTS FINIS ET ESSAIS EN VIBRATION 14

FAT - INITIATION À LA FATIGUE MÉCANIQUE 15

MB - CALCULS ANALYTIQUES DE BOULONNERIE SELON L'EUROCODE 3 16

AT1 - DÉVELOPPEMENT D'OUTILS MÉTIER ANSYS - PARTIE 1 17

AT2 - DÉVELOPPEMENT D'OUTILS MÉTIER ANSYS - PARTIE 2 18

INCERTITUDES & DATA SCIENCES 19

MS - FONDAMENTAUX DE STATISTIQUES ET PROBABILITÉS 20

MM - INITIATION À LA RÉDUCTION DE MODÈLE 21

ML - MACHINE LEARNING AVEC PYTHON 22

MP1 - APPRENDRE À PROPAGER LES INCERTITUDES 23

MP2 - HIÉRARCHISER LES INCERTITUDES 24

MP3 - ÉVALUER LA FIABILITÉ D'UN SYSTÈME 25

MDR - RÉDUCTION DE DIMENSION 26

MODÉLISATION MULTI-PHYSIQUE DES SYSTÈMES COMPLEXES 27

OM1 - DÉCOUVERTE DE MODELICA 28

OM2 - MODÉLISATION SYSTÈME (0D/1D) MODELICA 29

OPF - INITIATION À LA MANIPULATION DE FMUS AVEC PYTHON 30

GCM - GÉRER LA COMPLEXITÉ 31

MODULES DE FORMATION

MÉCANIQUE

MEF : INITIATION AU CALCUL MÉCANIQUE PAR ÉLÉMENTS FINIS

OBJECTIFS

- Comprendre les bases du calcul par éléments finis : enjeux, concepts fondamentaux, types d'analyses, interprétation des résultats.
- Savoir définir une spécification de calcul mécanique par éléments finis.

PRÉ-REQUIS

- Connaissances de base en mécanique.

PUBLIC

- Ingénieur, responsable de projet industriel, acheteur.

PROGRAMME

- Résistance des matériaux
  - Modélisation d'un problème mécanique,
  - Contraintes/déformations,
  - Loi de comportement matériau.
- Etapes principales d'un calcul par éléments finis (statique)
  - Modélisation, simplification,
  - Définition du maillage, des matériaux, des conditions aux limites et des chargements, des contacts/liaisons
  - Résolution, résultats, post-traitements.
- Présentation d'autres types d'analyses, de leurs objectifs et de leur complexité
  - Non linéarité,
  - Thermique/thermomécanique,
  - Vibratoire,
  - Sismique,
  - Dynamique rapide,
  - Mécanique des fluides.
- Démonstrations
  - Exemples de modélisation,
  - Mise en place d'un calcul statique par éléments finis.

FORMATION EN 2 JOURS

Session 1 : 5 au 6 octobre ;
Cournon d'Auvergne*

INSCRIPTION

**Les dates et lieux peuvent être aménagés en fonction des besoins des participants.*

SAM : INITIATION À LA PLATE-FORME SALOMÉ-MÉCA

OBJECTIFS

- Savoir construire un modèle éléments finis d'une structure avec la plateforme SALOME-MECA en mécanique linéaire.
- Connaître les principales fonctionnalités de la plate-forme.

PRÉ-REQUIS

- Connaissance en calcul éléments finis.

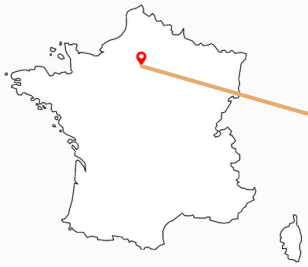
PUBLIC

- Ingénieur.

PROGRAMME

- Introduction
  - Présentation générale de la plate-forme,
  - Déroulement d'une étude simple dans SALOME-MECA (AsterStudy),
  - Travaux pratiques.
- Modules de géométrie et de maillage
  - Module GEOM (réparation, création, partitionnement, . . .),
  - Module MESH (raffinement local, maillage hexaédrique, . . .),
  - Travaux pratiques.
- Calculs et post-traitements
  - Code-Aster hors AsterStudy,
  - Module Paravis,
  - Travaux pratiques.
- Travaux pratiques finaux et études paramétriques
  - Au choix :
    - Analyse thermo-mécanique + Analyse paramétrique via Persalys,
    - Contact et frottement + Analyse paramétrique via Persalys.

FORMATION EN 2 JOURS



Session 1 : 2 au 3 mai ;
Session 2 : 14 au 15 novembre ;
Paris*

INSCRIPTION

**Les dates et lieux peuvent être aménagés en fonction des besoins des participants.*

MV1 : OPTIMISATION DES ESSAIS VIBRATOIRES PAR LA MODÉLISATION

OBJECTIFS

- Savoir définir un programme d'essais vibratoires.
- Savoir interpréter les spécifications d'essais imposées par un client.
- Connaitre les différentes méthodes d'essais vibratoires (avantages, inconvénients, complémentarités).
- Connaitre les bénéfices d'une démarche calcul dans un cycle de développement produit (en amont et aval des essais).

PRÉ-REQUIS

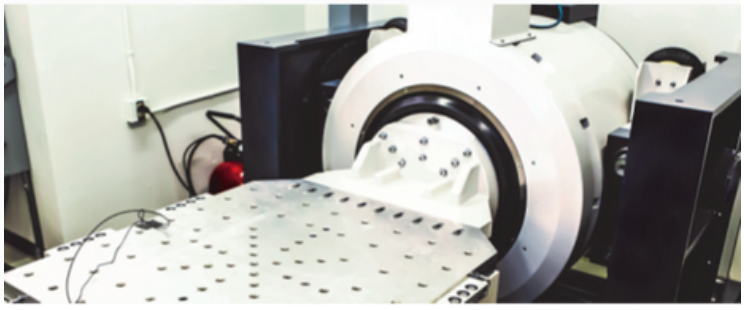
- Connaissances de base en mathématique et mécanique.

PUBLIC

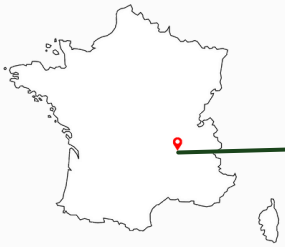
- Ingénieur.

PROGRAMME

- **Théorie**
  - Quelques rappels (traitement du signal, choix du capteur, analyseur FFT, caractéristiques des pots vibrants…)
  - Les principaux tests : sinus, aléatoires, chocs…
  - Les stratégies de pilotage,
  - Les grandes lignes d'une modélisation par éléments finis,
  - La définition de spécifications d'essais vibratoires et le dimensionnement des pièces d'interface,
  - La comparaison entre des résultats expérimentaux et numériques et le recalage d'un modèle de calcul.
- **Travaux pratiques**
  - Exemples d'applications (cas industriels),
  - Expériences sur pots vibrants.



FORMATION EN 3 JOURS



Session 1 : 12 au 14 avril ;
Session 2 : 28 au 30 novembre ;
Vienne*

INSCRIPTION

En partenariat avec dB Vib CONSULTING

**Les dates et lieux peuvent être aménagés en fonction des besoins des participants.*

MV2 : CALCULS ÉLÉMENTS FINIS ET ESSAIS EN VIBRATION

OBJECTIFS

- Connaitre les différents phénomènes vibratoires subis par les structures.
- Comprendre les simulations numériques en dynamique vibratoire.
- Être sensibilisé aux essais physiques de mécanique vibratoire.
- Savoir mener des étapes de recalage essais – simulations pour tirer profit de la complémentarité des deux approches.

PRÉ-REQUIS

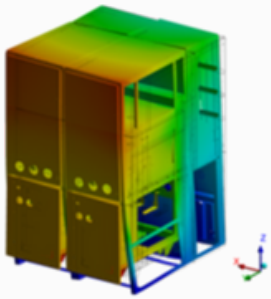
- Connaissances de base en mathématique et mécanique.

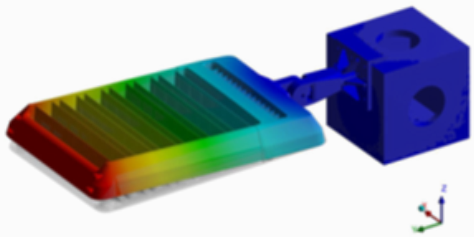
PUBLIC

- Ingénieur, technicien, responsable de projet industriel.

PROGRAMME

- Théorie
  - Quelques rappels sur la méthodologie éléments finis (maillage, résolution, post-traitement, conditions aux limites…),
  - Les différents phénomènes vibratoires en dynamique des structures (chocs sinus, DSP, séisme, endurance et fatigue vibratoire),
  - Mise en œuvre d'une analyse vibratoire par éléments finis,
  - Présentation des différents moyens d'essai,
  - Mise en place d'un essai en vibration : préparation des essais, dimensionnement d'un essai, validation d'un outillage d'interface,
  - Corrélation entre résultats numériques et essais (grandeurs physiques d'intérêt, analyse de sensibilité, recalage d'un modèle éléments finis).
- Travaux pratiques
  - Exemples d'applications (cas industriels),
  - Expériences sur pots vibrants.





FORMATION EN 3 JOURS

Session 1 : 31 mai au 2 juin ;
Session 2 : 5 au 7 septembre ;
Cournon d'Auvergne*

INSCRIPTION

**Les dates et lieux peuvent être aménagés en fonction des besoins des participants.*

MB : CALCULS ANALYTIQUES DE BOULONNERIE SELON L'EUROCODE 3

OBJECTIFS

- Identifier les critères de vérification selon les Eurocodes 3.
- Mettre en œuvre une modélisation adaptée.
- Utiliser un outil de vérification développé par Phimeca.

PRÉ-REQUIS

- Connaissances de base en mathématique et mécanique.
- Utilisation basique de Microsoft Excel.

PUBLIC

- Ingénieur, technicien, concepteur, dessinateur industriel.

PROGRAMME

- Théorie
  - Les critères de vérification des assemblages boulonnés non-précontraints selon les Eurocodes 3 (traction, cisaillement, traction/cisaillement combiné, pression diamétrale, poinçonnement),
  - Modélisation par éléments finis préconisée pour la vérification des assemblages boulonnés (choix des degrés de liberté, des éléments (ressort, rigide)),
  - Présentation d'un outil de calcul automatisé sous Excel développé par Phimeca.
- Travaux pratiques
  - Exemples d'applications (cas industriels),
  - Réalisation de calculs analytiques,
  - Prise en main de l'outil de calcul sur un cas réel.
- Outil de calcul, développé par Phimeca, fourni aux participants en fin de formation (compris dans le tarif de la formation).

FORMATION EN 1 JOUR

Session 1 : 2 mars ;
Session 2 : 22 juin ;
Session 3 : 7 septembre ;
Session 4 : 7 décembre ;
Cournon d'Auvergne*

INSCRIPTION

Les dates et lieux peuvent être aménagés en fonction des besoins des participants.

FAT : INITIATION À LA FATIGUE MÉCANIQUE

OBJECTIFS

- Maitriser les outils et concepts de base pour évaluer la tenue en fatigue.
- Appréhender l'uniaxialité et la multiaxialité des contraintes pour l'analyse de tenue en fatigue.
- S'ouvrir à la vision probabiliste de l'évaluation de la tenue mécanique en fatigue.

PRÉ-REQUIS

- Connaissances de base en mathématiques, diagonalisation de matrice et éléments finis
- Connaissances en python ou équivalent

PUBLIC

- Ingénieur de formation mécanique
- 3-5 participants par intervenant

PROGRAMME

- Introduction : Le phénomène de fatigue
  - Définitions
  - Vol 243 d' Aloha Airlines (1988)
  - Plate-forme Alexander L. Kielland
  - Amorçage et propagation
  - Faciès de rupture
- Rappels de base
  - Terminologie et hypothèse
  - Cycles de contrainte particuliers
  - Les chargements
- Outils indispensables aux analyses en fatigue
  - Extraction des cycles
  - Diagrammes de Haigh
  - Courbe de Wöhler
  - Utilisation conjointe du diagramme de Haigh et de la courbe de Wöhler
  - Endommagement
  - Propagation de fissures
- Cas de la fatigue uniaxiale déterministe
  - Notion d'état de contrainte uniaxial
  - Identification sur un modèle EF industriel
  - Méthodologie d'évaluation de la durée de vie à partir des résultats EF
- Cas de la fatigue multiaxiale déterministe
  - Classification des critères de fatigue multiaxiaux
  - Principe de fonctionnement des critères de fatigue multiaxiaux
  - Niveau de sécurité vis-à-vis de l'amorçage
  - Critère de Crossland
  - Critère de Dang Van
- Apport de la vision probabiliste
  - Philosophie déterministe / probabiliste
  - Origine de l'aléa et modélisation
  - Evaluation de la probabilité de défaillance pour un nombre de cycles

FORMATION EN 2 JOURS

Session 1 : 1-2 février 2024 ;
Session 2 : 20-21 septembre 2024
Paris*

INSCRIPTION

**Les dates et lieux peuvent être aménagés en fonction des besoins des participants.*

AT1 : DÉVELOPPEMENT D'OUTILS MÉTIER ANSYS - PARTIE 1

OBJECTIFS

- Savoir développer un outil métier dans Ansys Workbench pour automatiser des étapes.

PRÉ-REQUIS

- Utiliser Ansys Workbench.
- Ordinateur avec Ansys Workbench + licence utilisable.

PUBLIC

- Ingénieur.

PROGRAMME

- Introduction générale
  - Initiation au langage Python (Cours et applications),
  - Variables/Types,
  - Fonctions/Flow control,
  - Classes/Attributs/Méthodes/Modules,
  - Travaux pratiques.
- Introduction à l'utilisation de la console ACT dans Mechanical
- Travaux pratiques :
  - Explorer avec la console ACT.

FORMATION EN 2 JOURS

Session 1 : 25 au 26 mai ;
Paris*

INSCRIPTION

*Les dates et lieux peuvent être aménagés en fonction des besoins des participants.

AT2 : DÉVELOPPEMENT D'OUTILS MÉTIER ANSYS - PARTIE 2

OBJECTIFS

- Savoir développer un outil métier dans Ansys Workbench pour automatiser des étapes.

PRÉ-REQUIS

- Utiliser Ansys Workbench
- Python (ou AT1).
- Ordinateur avec Ansys Workbench + licence utilisable.

PUBLIC

- Ingénieur.

PROGRAMME

- Base de l'ACT
- Création de fonctionnalités à l'aide de l'ACT dans Mechanical
- Introduction à l'utilisation de la console ACT dans Mechanical
- Travaux pratiques :
  - Installer une extension sous forme de script,
  - Compiler et installer une extension binaire,
  - Explorer avec la console ACT.
- Introduction à l'API dans Mechanical
- Débogage des extensions dans Mechanical
- Travaux pratiques :
  - Explorer un chargement utilisant des commandes APDL,
  - Modifier une extension existante pour lui ajouter un chargement et une propriété,
  - Explorer un post-traitement personnalisé dans Mechanical,
  - Modifier une extension existante pour lui ajouter un nouveau post-traitement,
  - Développer un chargement spécifique à l'aide d'une extension ACT via les commandes APDL.

FORMATION EN 2 JOURS

Session 1 : 8 au 9 juin ;
Paris*

INSCRIPTION

**Les dates et lieux peuvent être aménagés en fonction des besoins des participants.*

MODULES DE FORMATION

INCERTITUDES & DATA SCIENCES

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.

PRÉ-REQUIS

- Connaissances de base en mathématiques.

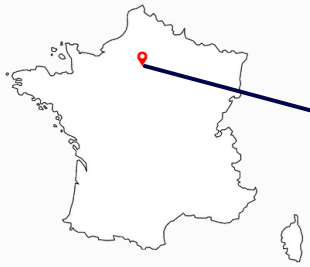
PUBLIC

- Ingénieur.

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**

FORMATION EN 2 JOURS



Session 1 : 16 au 17 mars ;
Session 2 : 6 au 7 avril ;
Session 3 : 14 au 15 septembre ;
Session 4 : 20 au 21 novembre ;
Paris*

INSCRIPTION

**Les dates et lieux peuvent être aménagés en fonction des besoins des participants.*

MM : INITIATION À LA RÉDUCTION DE MODÈLE

OBJECTIFS

- Connaître les différents types de métamodèles.
- Savoir construire et exploiter un métamodèle par régression linéaire,
- Connaître les principaux plans d'expériences et méthodes de validation.

PRÉ-REQUIS

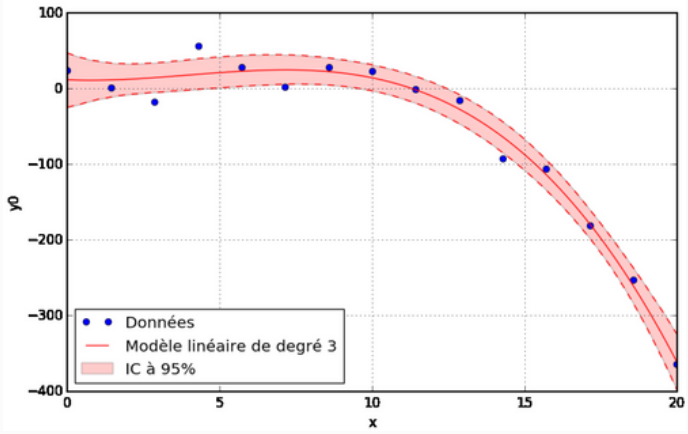
- Connaissances de base en mathématiques.
- Langage Python (facultatif).

PUBLIC

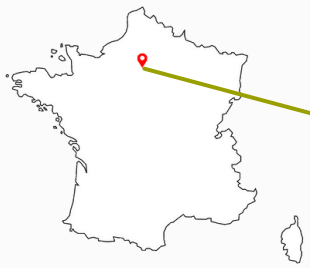
- Ingénieur.

PROGRAMME

- Introduction à la réduction de modèle
- Plan d'expériences
- Le modèle linéaire
  - Modèle de régression linéaire,
  - Formulation et loi asymptotiques des estimateurs.
- Méthodes de validation d'un métamodèle
  - Tests statistiques,
  - Validation croisée.
- Travaux pratiques



FORMATION EN 2 JOURS



Session 1 : 10 au 11 mai ;
Session 2 : 23 au 24 novembre ;
Paris*

INSCRIPTION

**Les dates et lieux peuvent être aménagés en fonction des besoins des participants.*

ML : MACHINE LEARNING AVEC PYTHON

OBJECTIFS

- Savoir préparer un jeu de données.
- Connaitre, comprendre et utiliser les différentes familles de modèles prédictifs.
- Savoir évaluer la performance d'un modèle prédictif.

PRÉ-REQUIS

- Connaissances de base en mathématiques et probabilités.
- Langage Python.

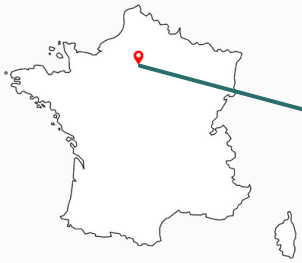
PUBLIC

- Ingénieur.

PROGRAMME

- Introduction à l'analyse de données avec python
- Lecture d'un jeu de données
- Nettoyage et préparation d'un jeu de données
- Modèles de régression et de classification
- Introduction aux modèles les plus courants
  - Régressions linéaires Lasso et Ridge,
  - Régression logistique,
  - K plus proches voisins,
  - Arbres de décisions,
  - Réseaux de neurones.
- Travaux pratiques avec Python

FORMATION EN 2 JOURS



Session 1 : 21 au 22 juin ;
Session 2 : 30 novembre au 1er décembre ;

Paris*

INSCRIPTION

**Les dates et lieux peuvent être aménagés en fonction des besoins des participants.*

MP1 : APPRENDRE À PROPAGER LES INCERTITUDES

OBJECTIFS

- Connaître les étapes principales de la propagation d'incertitudes.
- Savoir planifier et réaliser une propagation d'incertitudes.
- Savoir analyser les résultats.

PRÉ-REQUIS

- Connaissances en théorie des probabilités.
- Langage Python (facultatif).

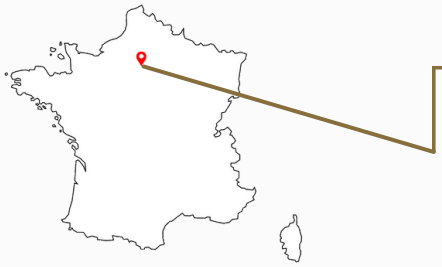
PUBLIC

- Ingénieur.

PROGRAMME

- Objectifs et enjeux de la prise en compte des incertitudes
- Modélisation de l'incertitude
- Mise en place d'une propagation d'incertitudes
  - Quelles étapes ?
  - Qui impliquer ?
  - Quelles ressources ?
- Analyse de tendance centrale
  - Formulation et loi asymptotiques des estimateurs,
  - Validation et tests statistiques.
- Travaux pratiques

FORMATION EN 1 JOUR



Session 1 : 24 mars ;
Session 2 : 28 septembre;
Paris*

INSCRIPTION

**Les dates et lieux peuvent être aménagés en fonction des besoins des participants.*

MP2 : HIÉRARCHISER LES INCERTITUDES

OBJECTIFS

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

PRÉ-REQUIS

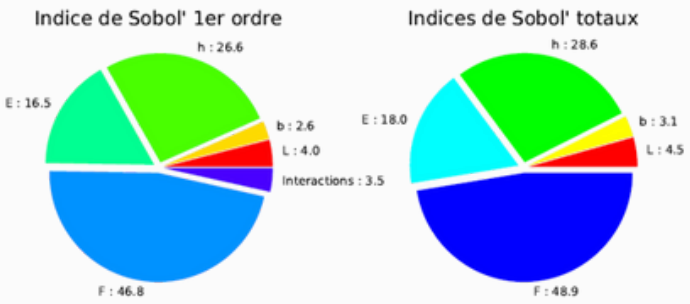
- Connaissances en théorie des probabilités.
- Langage Python (facultatif).

PUBLIC

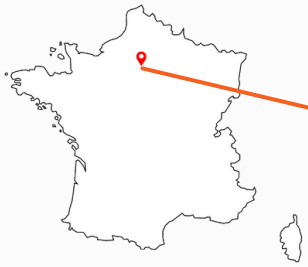
- Ingénieur.

PROGRAMME

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



FORMATION EN 1 JOUR



Session 1 : 31 mars ;
Session 2 : 6 octobre ;
Paris*

INSCRIPTION

**Les dates et lieux peuvent être aménagés en fonction des besoins des participants.*

MP3 : ÉVALUER LA FIABILITÉ D'UN SYSTÈME

OBJECTIFS

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

PRÉ-REQUIS

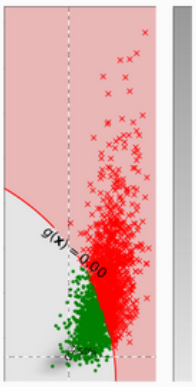
- Connaissances en théorie des probabilités.
- Langage Python (facultatif).

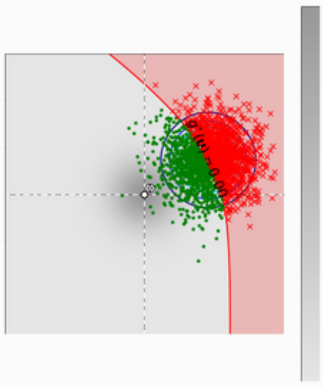
PUBLIC

- Ingénieur.

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 EN 2 JOURS

Session 1 : 14 au 15 juin ;
Session 2 : 22 au 23 novembre ;
Cournon d'Auvergne*

INSCRIPTION

**Les dates et lieux peuvent être aménagés en fonction des besoins des participants.*

MDR : RÉDUCTION DE DIMENSION

OBJECTIFS

- S'approprier un cadre théorique pour la réduction de dimension simple, supervisée et non linéaire.
- Comprendre les algorithmes de l'analyse en composantes principales, de la régression inverse par tranches et des modèles auto-associatifs.

PRÉ-REQUIS

- Bonnes connaissances en algèbre.

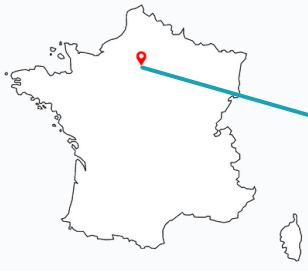
PUBLIC

- Ingénieur ou chercheur.

PROGRAMME

- Étape 1 [Matinée 1] : Motiver la démarche et poser le cadre
  - Distinguer la dimension « linéaire » de la dimension topologique.
- Étape 2 [Matinée 1] : S'approprier les outils fondamentaux
  - Recherche de direction optimale ou préservant une propriété,
  - Décomposition aux valeurs singulières (SVD, pour "singular value decomposition"),
  - Métriques et voisins.
- Étape 3 [Matinée et après-midi 1] : Maîtriser la réduction de dimension linéaire simple
  - Analyse en composante principales (*proper orthogonal decomposition*, décomposition de Karuhnen-Loève…),
  - Différents points de vue : statistique, algébrique, analytique, géométrique, topologique,
  - Limites de la réduction de dimension linéaire simple.
- Étape 4 [Après-midi 1 et Matinée 2] : Comprendre la supervision de la réduction de dimension
  - Compression de donnée et régression : des finalités (et des moyens) différents,
  - Régression inverse par tranche (SIR, pour *sliced inverse regression*) et Projection préservant une topologie (TIP, pour *Topology Invariant Projection*).
- Étape 5 [Matiné 2] : Introduire la non-linéarité par des fonctions de rattrapage
  - Réduction « auto-supervisée » : état de l'art et limites connues des modèle auto-associatif (AAM).
- Étape 6 [Après-midi 2] : Introduire la non-linéarité par le «tranchage»
  - Un tranchage supervisé : les arbres et forêt aléatoires.
- Étape 7 [Après-midi 2] : Situer la réduction de dimension par rapport aux réseaux de neurones
  - Parallèle avec les auto-encodeurs.

FORMATION EN 2 JOURS



Session 1 : 12 au 13 octobre ;
Session 2 : 27 au 28 novembre ;
Paris*

INSCRIPTION

*Les dates et lieux peuvent être aménagés en fonction des besoins des participants.

MODULES DE FORMATION

MODÉLISATION MULTI-PHYSIQUE DES SYSTÈMES COMPLEXES

OM1 : DÉCOUVERTE DE MODELICA (DYMOLA / OPENMODELICA)

OBJECTIFS

- Comprendre les fondamentaux d'une modélisation multi-physique dynamique en langage Modelica.
- Connaître l'interface des outils Dymola ou OpenModelica et lancer quelques simulations.
- Découvrir les fonctionnalités annexes : capitalisation des connaissances, bibliothèques existantes, co-simulation FMI/FMU...

PRÉ-REQUIS

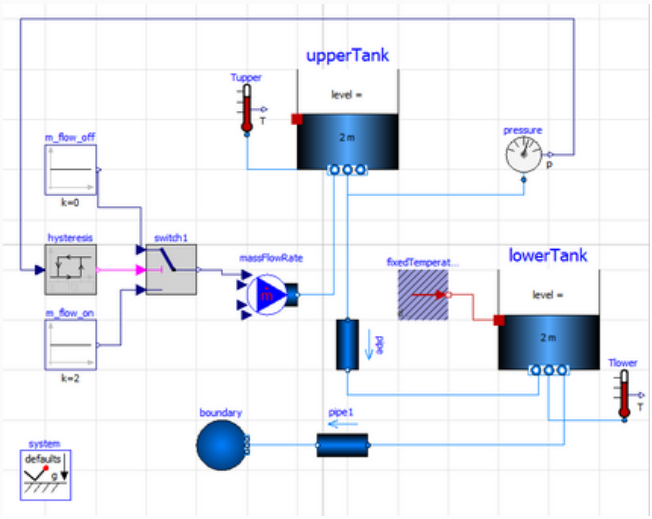
- Ordinateur avec OpenModelica (open source) ou Dymola.

PUBLIC

- Ingénieur, concepteur, responsable de projet industriel.

PROGRAMME

- **Qu'est ce que Modelica ?**
  - un langage de modélisation,
  - une bibliothèque multiphysique open source,
  - une communauté.
- **Comment développer sa modélothèque**
  - découverte d'OpenModelica ou Dymola par la simulation de cas d'exemples tirés de bibliothèques existantes,
  - présentation des bonnes pratiques pour architecturer sa bibliothèque et documenter les modèles afin de faciliter le travail collaboratif et la reprise d'un code pour une tierce personne,
  - à la lumière de nos précédents projets, discussion ouverte sur vos besoins de modélisation et les avantages (et limites) d'utiliser Modelica.



FORMATION EN 1 JOUR

Session 1 : 4 octobre ;
Paris ou à distance*

INSCRIPTION

**Les dates et lieux peuvent être aménagés en fonction des besoins des participants.*

OM2 : MODÉLISATION SYSTÈME (0D/1D) MODELICA (DYMOLA/OPENMODELICA)

OBJECTIFS

- Comprendre les fondamentaux d'une modélisation multi-physique dynamique en langage Modelica,
- Prendre en main un outil Modelica : Dymola ou OpenModelica,
- Savoir développer de nouveaux modèles et connaître les fonctionnalités annexes : bibliothèques existantes, co-simulation FMI/FMU...

PRÉ-REQUIS

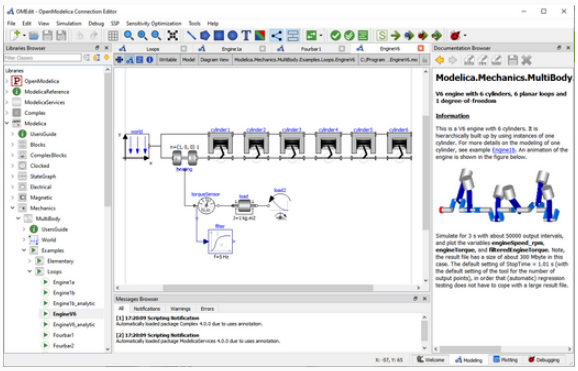
- Connaissances de base des lois physiques (loi d'ohm, bilan d'énergie, loi fondamentale de la mécanique,...).
- Ordinateur avec OpenModelica ou Dymola.

PUBLIC

- Ingénieur, concepteur, responsable de projet industriel.

PROGRAMME

- Modelica
  - un langage de modélisation,
  - des bibliothèques existantes,
  - la communauté de développement.
- Modéliser
  - prise en main d'OpenModelica ou Dymola,
  - développement de modèles à complexité croissante,
  - réalisation de scénarios de simulation par lecture de tableaux de données,
  - connaissance de la terminologie Modelica,
  - mise en application à partir d'exercices pratiques sur des thématiques variées : thermique, électrique, mécanique, régulation.
- Co-simulation et capitalisation des connaissances
  - découverte de quelques interactions avec des outils externes (calibration, optimisation, etc) et de la co-simulation via le standard FMI.
  - comment architecturer sa bibliothèque et documenter les modèles pour faciliter le travail collaboratif et la reprise d'un code pour une tierce personne.



La formation se termine par une demi-journée d'atelier de modélisation durant laquelle les différents intervenants développeront ensemble un modèle complet à partir d'une feuille blanche. Nous fixons l'objectif de modélisation et nous répartissons les tâches pour construire collaborativement le système visé (circuit fluide, voiture électrique, système HVAC, etc.).

FORMATION EN 3 JOURS

Session 1 : 5 au 7 avril ;
Paris ou à distance*

INSCRIPTION

**Les dates et lieux peuvent être aménagés en fonction des besoins des participants.*

OPF : INITIATION À LA MANIPULATION DE FMUS AVEC PYTHON

OBJECTIFS

- Comprendre ce qu'est la norme FMI.
- Savoir manipuler des FMUs avec une bibliothèque Python.

PRÉ-REQUIS

- Connaissance de Python.

PUBLIC

- Ingénieurs.

PROGRAMME

Comment manipuler des FMUs avec Python ?

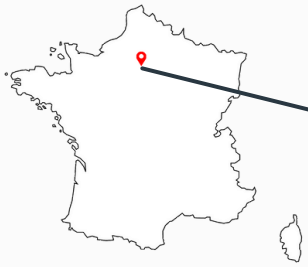
La norme FMI (Functional Mockup Interface) permet d'échanger des modèles provenant de différents logiciels en s'affranchissant de la barrière des formats propres à chaque outil. Cette formation vise à parcourir les principes de la norme FMI et à donner des bases pour manipuler des FMUs avec Python , notamment changer des paramètres, lancer une simulation, ou encore tracer les variables d'intérêt.

Programme global

- La norme FMI
  - historique,
  - philosophie,
  - types de FMUs,
  - outils compatibles.
- Manipuler un FMU avec Python
  - présentation de FMPy,
  - manipulation de l'interface,
  - manipulation par un script Python.

Functional Mock-Up Interface

FORMATION EN 2 JOURS



Session 1 : 23 au 24 octobre ;
Paris ou à distance*

INSCRIPTION

**Les dates et lieux peuvent être aménagés en fonction des besoins des participants.*

GCM : GÉRER LA COMPLEXITÉ PAR LA MODÉLISATION

LE JUMEAU NUMÉRIQUE AU CŒUR DE L'INNOVATION

OBJECTIFS

- En quoi la compétitivité de mon organisation émane de la complexité ? Qu'est-ce que la modélisation multi-physique ? En quoi permet-elle de gérer la complexité ?
- Quels sont les ingrédients d'un jumeau numérique ? Que peut-on raisonnablement en attendre ?
- Par où commencer ? Quelles ressources mobiliser pour déployer la modélisation physique et le jumeau numérique dans mon organisation ? Qui recruter ?

PRÉ-REQUIS

- Aucun.

PUBLIC

- Managers gérant une équipe ou une organisation concevant ou exploitant des systèmes complexes.

PROGRAMME

La simulation et la modélisation ouvrent la voie vers un processus de conception dynamique, itératif et interactif, et joue un rôle critique dans la création de connaissance au sein d'une organisation.

Nous identifierons au travers de l'exemple de la filière nucléaire française les facteurs clefs de succès et les opportunités offertes par la modélisation multi-physique.

Ce faisant, nous démystifierons le concept de « jumeau numérique » qui constitue dès aujourd'hui, au-delà du buzz et des effets d'annonce, un axe de développement stratégique pour les industries de la complexité.

L'atelier se compose de 5 parties :

1. Votre compétitivité émane pour beaucoup de la complexité ;
2. La modélisation multi-physique est essentielle à la gestion de la complexité ;
3. Modelica, un outil ad hoc : opportunité d'aller vite et loin ;
4. Donnons du sens au jumeau numérique avec la modélisation et la science des données ;
5. Comment gérer la modélisation ?

FORMATION EN 1/2 JOUR

Session 1 : 20 octobre ; Paris*

INSCRIPTION

**Les dates et lieux peuvent être aménagés en fonction des besoins des participants.*

NOUS CONTACTER

PHIMECA Clermont-Ferrand

Centre d'affaires du Zénith
34, rue de Sarlième
F-63800, Cournon-d'Auvergne

+(0)33 4 73 28 93 66

PHIMECA Paris

18/20, boulevard de Reuilly
F-75012 Paris

+(0)33 1 58 51 18 02

PHIMECA Pays-de-Savoie

Savoie Technolac
16, avenue du Lac du Bourget
F-73370 Le Bourget-du-Lac

+(0)33 6 07 55 15 63

Equipe Formation

Contactez-nous par e-mail :
formations@phimeca.com

www.phimeca.com/accompagnement/formations/