

framato**me**



CENTRE
CALCULS
BOURGOGNE

FRAMATOME ACADEMY

Cursus Formation Centre Calculs Bourgogne

Du 29 Janvier au 15 Mars 2024

C0 – Free

Présentation de la formation

- Le DU (Diplôme d'Université) «Calculs mécaniques pour l'industrie nucléaire» a pour objectif d'offrir un parcours de formation certifiant à destination d'ingénieurs et des techniciens expérimentés pour renforcer les compétences en calcul mécanique dans la filière nucléaire.
- Les calculs mécaniques sont la preuve scientifique de la sûreté, de la fiabilité et de la qualité des composants des centrales nucléaires, permettant de vérifier leur bonne tenue mécanique.
- Cette formation associe l'expérience de deux institutions d'excellence, académique et industrielle : l'Université de Technologie de Compiègne (UTC) et le Centre Calculs Bourgogne de FRAMATOME.

Des outils et méthodes pédagogiques adaptés

Des travaux pratiques sur des cas réels

Des visites d'installations industrielles

La visite du bâtiment réacteur en réalité virtuelle

Le cursus se compose de 7 semaines de formation en présentiel, dont :

- Les 2 premières semaines à Compiègne (locaux de l'UTC)
- Les 5 semaines suivantes au sein de l'Usine Framatome de Saint-Marcel

A la fin du cursus, le projet Fil Rouge proposé aux stagiaires permettra de mettre œuvre les acquis sur une étude d'une durée de 120h environ.



Site de Saint Marcel

L'UNIVERSITÉ TECHNOLOGIQUE DE COMPIÈGNE (UTC)

Donner un sens à l'innovation



À la fois université et école d'ingénieur, l'UTC est construite sur une pédagogie de l'autonomie et une recherche technologique interdisciplinaire orientée vers l'innovation.



L'UTC forme des ingénieurs et docteurs présentant des capacités d'autonomie, d'initiative, de prise de responsabilité et de travail en équipes au sein des projets complexes, dans un environnement international.

L'ingénieur est en prise directe avec les grands défis de notre siècle : maîtrise de l'énergie, la sécurité, l'optimisation de l'utilisation des matières premières, limitation de traitement des atteintes à l'environnement.

L'ingénieur UTC de la filière Simulation pour l'ingénierie mécanique est apte à analyser le comportement multi-physique des systèmes mécaniques, à les dimensionner et les valider, à l'aide d'outils informatiques de calcul et d'optimisation.



4400 étudiants
 Diplôme d'ingénieur : **5** spécialités, **24** filières
12 parcours de masters
4 mastères spécialisés® (MS)
1 licence professionnelle
 L'**école doctorale** « sciences pour l'ingénieur »



Plus de **21000** diplômés UTC dans **105** pays



200 établissements partenaires dans le monde
20 double-diplômes (Asie, Europe, Amériques)



8 laboratoires de recherche

Programme du cursus

SONNCT Formation (FRA-OT)	SONNCT Formation (FRA-OT)	SONNCT Formation (FRA-OT)	SONNCT Formation (FRA-OT)	SONNCT Formation (FRA-OT)	SONNCT Formation (FRA-OT)	SONNCT Formation (FRA-OT)
Semaine 05 Du 29 janvier au 01 février	Semaine 06 Du 05 au 09 février	Semaine 07 Du 12 au 16 février	Semaine 08 Du 19 au 23 février	Semaine 09 Du 26 février au 01 mars	Semaine 10 Du 04 au 08 mars	Semaine 11 Du 11 au 15 mars
SONNCT Formation (FRA-OT)	SONNCT Formation (FRA-OT)	SONNCT Formation L. - HSEZ Auelben (AL)	SONNCT Formation (FRA-OT)	SONNCT Formation (FRA-OT)	SONNCT Formation (FRA-OT)	SONNCT Formation (FRA-OT)
Prerequis technico scientifiques	Management Qualité	Journée accueil Saint-Marcel	Code_Aster	Manutention Outillage	Mécanique de la Rupture	Projet Code_Aster
SONNCT Formation (FRA-OT)	SONNCT Formation (FRA-OT)	SONNCT Formation (FRA-OT)	SONNCT Formation (FRA-OT)	SONNCT Formation (FRA-OT)	SONNCT Formation (FRA-OT)	SONNCT Formation (FRA-OT)
Prerequis technico scientifiques	Management Qualité	Introduction RCC-M et au Dossier d'Analyse Réglementaire	Code_Aster	Manutention Outillage	Mécanique de la Rupture	Fatigue
SONNCT Formation (FRA-OT)	SONNCT Formation (FRA-OT)	SONNCT Formation (FRA-OT)	SONNCT Formation (FRA-OT)	SONNCT Formation (FRA-OT)	SONNCT Formation (FRA-OT)	SONNCT Formation (FRA-OT)
Prerequis technico scientifiques	Python	Introduction RCC-M et au Dossier d'Analyse Réglementaire	Code_Aster	Manutention Outillage	Mécanique de la Rupture	Fatigue
SONNCT Formation (FRA-OT)	SONNCT Formation (FRA-OT)	SONNCT Formation (FRA-OT)	SONNCT Formation (FRA-OT)	SONNCT Formation (FRA-OT)	SONNCT Formation (FRA-OT)	SONNCT Formation (FRA-OT)
Prerequis technico scientifiques	Python	Introduction RCC-M et au Dossier d'Analyse Réglementaire	Code_Aster	Management Qualité	Projet Code_Aster	Fatigue
SONNCT Formation (FRA-OT)	SONNCT Formation (FRA-OT)	SONNCT Formation L. - HSEZ Auelben (AL)	SONNCT Formation L. - HSEZ Auelben (AL)	SONNCT Formation L. - HSEZ Auelben (AL)	SONNCT Formation (FRA-OT)	SONNCT Formation (FRA-OT)
Prerequis technico scientifiques	Python	VISITE Ateliers	VISITE CENTRE TECHNIQUE	VISITE	Projet Code_Aster	Fatigue

Durée 5 jours

01

PREREQUIS

TECHNICO SCIENTIFIQUES

- Mathématiques : algèbre linéaire, calcul matriciel
- Mécanique des milieux continus
- Méthodes d'analyse numériques/Eléments finis
 - Notions de CAO
 - Choix de modélisation/Eléments
 - Maillages
 - Lois de comportement
 - Conditions limites (notion de degrés de liberté)
 - Chargements
 - Discrétisation temporelle

- Matériaux :
 - Principales caractéristiques
 - Notion de fatigue
- Résistance des matériaux
 - Calculs de contraintes
 - Tenue mécanique des assemblages boulonnés
 - Tenue mécanique des assemblages soudés

Durée 3 jours

02

PYTHON

- Objectifs pédagogiques :
 - Comprendre un script Python
 - Savoir se documenter sur des packages Python
 - Etre autonome dans la conception de scripts simples
- Prérequis :
 - Avoir une formation initiale en mécanique des solides

Durée 3 jours

03

**MANAGEMENT
DE LA QUALITE**

- Traitement des écarts de fabrication
- Événement qualité en ingénierie
- Méthodes de résolution de problèmes 8D, A3 ...
- Interface/Relations avec d'autres métiers
- Introduction aux principaux outils OPEX
- Planification
- Animer une réunion

- Prérequis : aucun

Durée 3 jours

- Modes de ruine
- ESPN (règlementation Equipements Nucléaires sous Pression)
- RCC-M avec un focus sur la partie justification des composants du circuit primaire
- RSE-M (rupture brutale)
- ASME
- Introduction et construction d'un dossier d'analyse du comportement d'un équipement nucléaire

04

INTRODUCTION AU RCC-M ET AU DOSSIER D'ANALYSE DU COMPORTEMENT

- Prérequis :
 - Connaissances en calculs mécaniques (Resistance Des Matériaux...)
- Pratique :
 - Recherche d'informations dans le code
 - Illustrations par des exemples
 - Explications des critères du code

Durée 3 jours

05

**MANUTENTION
ET OUTILLAGE**

- Principales familles et catégories d'outillages
- Définitions (notions de CMU, de chaîne de levage...)
- Principaux Référentiels
- Classement des outillages de manutention et charges subies
- Principaux risques et dommages
- Méthodologie de justification des structures métalliques et des assemblages composant les outillages
- Cas pratiques

- Prérequis :
 - Connaissance des principaux matériaux et de leurs propriétés mécaniques
 - Notions de conception et de Résistance Des Matériaux (RDM)
 - Bases sur les principales techniques d'assemblages (liaisons mécaniques)

Durée 4 jours

- Présentation de Code_Aster : fonctionnement, syntaxe, documentation
- Présentation des différents modules de la plateforme Salomé-Méca : géométrie, maillage, calculs et post-traitement
- Utilisation de python dans Code_Aster
- Travaux pratiques sur des études complètes

06

CODE_ASTER

- Prérequis :
 - Bases en calculs mécaniques
 - Bases en calculs numériques élément finis
 - Bases en langage Python
 - Avoir suivi de préférence les modules :
 - « Prérequis »
 - « Python »

Durée 3 jours, en autonomie partielle

- Réalisation d'une étude de justification d'un outillage issu d'un cas d'application industriel
- Objectifs du module :
 - Mettre en lien les compétences acquises dans les modules Python, Manutention et Outillage, Code_Aster
 - Répondre à un cahier des charges et savoir appliquer un référentiel normatif
 - Réaliser les différentes étapes d'une étude de façon autonome (lecture du plan, post-traitement de calculs éléments finis, justifications par calculs analytiques suivant le référentiel choisi...)
- Outils : Code_Aster, Python, Mathcad

07

PROJET CODE_ASTER

Prérequis :

Avoir suivi les 3 modules :

- Python
- Manutention et Outillage
- Code_Aster

Durée 4 jours

08

FATIGUE

- Calculs d'amplitude de contraintes équivalentes (repère principal constant et variable)
- Notion de combinaison de transitoire, transitoires fictifs
- Correction élastoplastique,
- Courbes de fatigue et calcul de facteur d'usage,
- Prise en compte du séisme,
- Notion de groupe de transitoires
- Construction d'une courbe de fatigue à partir de résultats d'essais
- Mise en œuvre des programmes UMDA / Alliance
- Optimisation des facteurs d'usage

- Prérequis :
 - Notions de fatigue des matériaux
 - Mécanique des solides (contraintes, déformations, comportement élastique et élastoplastique)
 - Notion de calculs éléments finis
 - Principes de justification des composants primaires suivant le paragraphe B3200 du code RCC-M

Durée 3 jours

09

MECANIQUE DE LA RUPTURE

- Historique de la mécanique de la rupture
- Les différents types de d'analyses de mécanique de la rupture
- Comprendre la mise en place et l'évolution des méthodologies avec les technologies, la réglementation et le retour d'expérience
- Réaliser des calculs de stabilité, amorçage et propagation en fatigue avec la méthode de superposition
- Aspects expérimentaux pour la détermination de caractéristiques matériaux liées aux analyses de mécanique de la rupture

- Prérequis :
 - Notions sur les modes de ruines
 - Réglementation RCC-M et RSE-M
 - Notions de calcul éléments finis

Durée 100 à 120h, en autonomie partielle

10

**PROJET
FIL ROUGE**

Le projet Fil Rouge consiste à réaliser une étude type en mécanique de la rupture ou en fatigue sur un sujet rencontré couramment dans les études d'analyse du comportement des composants de l'îlot nucléaire.

- Prérequis :
 - Suivre l'ensemble du cursus
- Moyens pédagogiques :
 - Outils calculs Alliance ou DEFIS
 - Code RCC-M

Renseignements complémentaires

Pour tous renseignements
complémentaires sur la
formation, contactez :

francoise.bonnot@framatome.com

