

# Formation CONTINUE

LORRAINE  
**INP** Ensem

ÉCOLE D'INGÉNIEURS CRÉÉE EN 1900

Mécanique • Génie électrique • Sciences du numérique



**FORMATIONS COURTES  
NON DIPLÔMANTES**

**ENSEMBLE,  
INVENTONS  
NOTRE FUTUR**

## Sommaire

### FORMATION EN GÉNIE ÉLECTRIQUE

- p.7** Machines électriques.  
Convertisseurs multi-niveaux.
- p.8** Compatibilité électromagnétique.  
Réseaux électriques.

### FORMATION EN SYSTÈMES NUMÉRIQUES

- p.10** Introduction technique à la blockchain.  
FPGA configuré avec VHDL.
- p.11** Initiation à la programmation en Python.  
Statistiques pour l'ingénieur avec Python.
- p.12** Manipulation de données avec Python.  
Introduction à la cartographie avec QGIS.
- p.13** Réseaux de neurones pour le deep learning.  
Simulation des flux.
- p.14** Sûreté de fonctionnement.  
Cyber-sécurité.

### FORMATION EN MÉCANIQUE

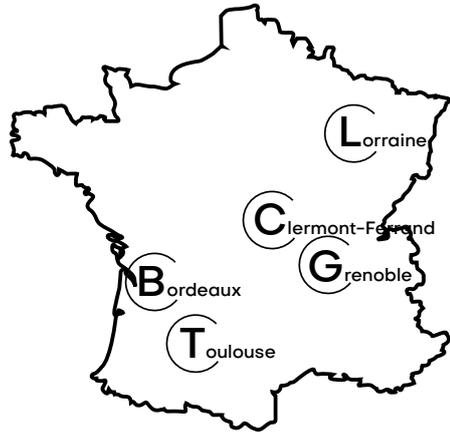
- p.16** Analyse par éléments finis des machines.  
et des structures.  
Initiation aux transferts thermiques.
- p.17** Conversion d'énergie fluide.  
Science des matériaux pour la mécanique.

# L'ENSEM, UNE ÉCOLE DU GROUPE INP AU SEIN DE L'UNIVERSITÉ DE LORRAINE.

LE GROUPE INP EST LE 1<sup>ER</sup> RÉSEAU  
D'ÉCOLES PUBLIQUES D'INGÉNIEURS.

Il fédère 38 écoles d'ingénieurs et 6 classes préparatoires dont les formations sont habilitées par la CTI.

GROUPE  
INP



**Bordeaux**  
9 écoles d'ingénieurs

**Grenoble**  
6 écoles d'ingénieurs

**Lorraine**  
11 écoles d'ingénieurs

**Toulouse**  
6 écoles d'ingénieurs

**Clermont-Ferrand**  
3 écoles d'ingénieurs

**6000 ingénieurs**  
diplômés chaque année

**1 ingénieur sur 6**  
est diplômé de nos écoles

**+ de 25000**  
étudiants au sein du groupe INP

**5 sites**  
carrefour de l'Europe

## LORRAINE INP, 1<sup>ER</sup> PÔLE DE FORMATION D'INGÉNIEURS EN FRANCE

LORRAINE  
INP

LORRAINE INP, **1<sup>er</sup> pôle de formation d'ingénieurs** en nombre d'ingénieurs diplômés en France, fédère **11 grandes écoles publiques** regroupées au sein de l'Université de Lorraine et propose **22 diplômes d'ingénieurs habilités par la CTI dont 9 sont accessibles par alternance ou apprentissage.**



Adossée à des laboratoires de recherche de renommée internationale, partenaires de centaines d'universités sur tous les continents, Lorraine INP couvre la totalité des champs scientifiques et technologiques avec plus de 60 spécialités et des parcours transverses entre écoles.

**11 ÉCOLES D'INGÉNIEURS, 1 CYCLE PRÉPARATOIRE, 6500  
ÉLÈVES INGÉNIEURS, 1800 DIPLÔMÉS PAR AN.**

EEIGM, ENIM, ENSAIA, ENSEM, ENSG, ENSGSI, ENSIC, MINES Nancy, ENSTIB, POLYTECH Nancy, TELECOM Nancy.



UNIVERSITÉ  
DE LORRAINE

9 collègiums de formation

10 pôles de recherche

62 000 étudiants

# ENSEM

## IMPULSER ET ACCOMPAGNER LA TRANSITION NUMÉRIQUE ET ÉNERGÉTIQUE

L'École Nationale Supérieure d'Électricité et de Mécanique, communément appelée l'ENSEM, est un établissement d'enseignement supérieur renommé en France, spécialisé dans la formation des ingénieurs dans les domaines de l'électricité, de la mécanique et des sciences du numérique.

Fondée en 1900, l'ENSEM s'est rapidement imposée comme une institution d'excellence dans le domaine de l'ingénierie, formant des professionnels hautement qualifiés et recherchés sur le marché du travail.

Que ce soit dans les domaines de la production, de la distribution optimale et de l'utilisation rationnelle des énergies renouvelables, les formations d'ingénieurs à l'ENSEM offrent aux étudiants un cadre d'apprentissage stimulant, axé sur l'excellence académique, l'innovation technologique et l'ouverture sur le monde.



## DES FORMATIONS EN ADÉQUATION AVEC LES BESOINS DE L'INDUSTRIE

Toujours au cœur des problématiques industrielles, l'ENSEM combine formation théorique et pratique grâce à des plateformes technologiques industrielles de pointe.

Son enseignement, actualisé et axé sur l'innovation, s'appuie sur l'expertise d'enseignants-chercheurs rattachés à six laboratoires de renommée internationale en collaboration avec le CNRS.

# LA FORMATION CONTINUE COURTE NON DIPLÔMANTE

La formation continue courte non diplômante est une formation destinée aux professionnels ou aux personnes souhaitant développer de nouvelles compétences ou actualiser leurs connaissances sans obtenir un diplôme officiel.

Ces formations sont généralement de courte durée (quelques jours à plusieurs semaines) et se concentrent sur des compétences spécifiques ou des domaines techniques.

**Avantages :** Mise à jour rapide des compétences, valorisation du CV, adaptation aux évolutions du marché du travail.

## MAÎTRISER LES GRANDS ENJEUX DE DEMAIN GRÂCE À UNE FORMATION ADAPTÉE

### SYSTÈMES EMBARQUÉS, AUTONOMES:

Contrôle et pilotage de systèmes dynamiques / IA et analyse de données / Sûreté de fonctionnement et cyber-sécurité / Informatique embarquée et répartie / Internet of Things (IoT) & réseaux de capteurs.

### OUTILS NUMÉRIQUES EN INGÉNIERIE:

Modélisation et simulation numérique / Virtualisation et jumeaux numériques / Systèmes d'informations / Prototypage numérique / Calcul scientifique.

### OUTILS NUMÉRIQUES POUR LE PILOTAGE DES SYSTÈMES COMPLEXES:

Signaux biomédicaux et traitement d'images / Analyse de données et reconnaissance de formes / Intelligence artificielle / Traitement du signal, des données et de l'information / Outils numériques d'aide à la décision ; optimisation.

### PRODUCTION, TRANSPORT, DISTRIBUTION ET STOCKAGE DE L'ÉNERGIE:

Conversion d'énergies (fluides, thermiques, machines électriques, convertisseurs) / Énergies renouvelables / hydrogène et nucléaire / Réseaux d'énergies / Dispositifs de stockage.

### EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE:

Optimisation des procédés industriels / Électrification (systèmes de transport, industrie) / Véhicule du futur / Éco-conception et analyse de cycle de vie.

### EXPLOITATION DE SYSTÈMES ÉNERGÉTIQUE:

Contrôle et pilotage des systèmes énergétiques / Sûreté de fonctionnement / Surveillance et diagnostic / IA et analyse de données.

## DÉBOUCHÉS PROFESSIONNELS

- **Un diplôme recherché :**  
93 % des diplômés ENSEM ont trouvé un emploi en moins d'un mois et demi après la sortie de l'école, dont 64 % suite à leur stage.
- 37 000 € de rémunération brute moyenne en sortie d'école.

## MISSIONS

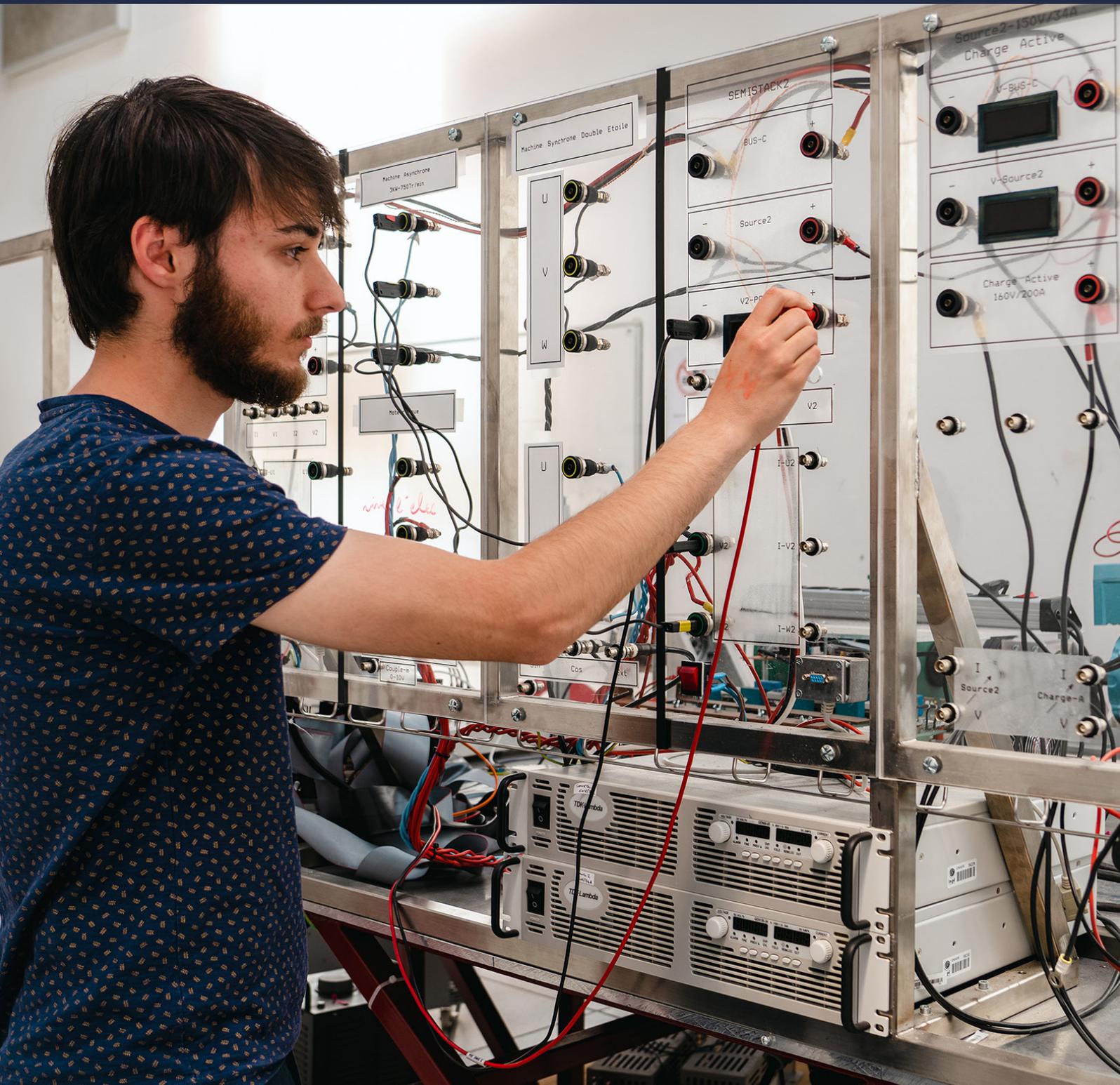
Bureaux d'études R&D	51%
Expertise et conseil	17%
Autres	13%
Production	9%
Technico-commercial	7%
Bureau des méthodes	3%

# Formation CONTINUE

LORRAINE  
**INP** Ensem

ÉCOLE D'INGÉNIEURS CRÉÉE EN 1900

SPÉCIALITÉ GÉNIE ÉLECTRIQUE



## MACHINES ÉLECTRIQUES

Acquérir une formation de base sur la conversion électromécanique. Maîtriser la modélisation et la mise en œuvre des machines synchrone et asynchrone en régime permanent.

### Compétences acquises :

- Acquérir des modèles externes des machines électriques standard (synchrone et asynchrone triphasé) en régimes permanent.
- Maîtriser la mise en œuvre de ces mêmes machines en régime permanent de fonctionnement.
- Maîtriser la conversion électromécanique de l'énergie dans les deux sens (moteur-générateur) et interactivité avec le réseau électrique.

### Programme :

#### Théorie :

- Généralités sur la conversion électromécanique.
- Machine synchrone : Principe, modèle externe, étude des différents types de fonctionnement (moteur, générateur, compensateur synchrone).
- Machine asynchrone : Constitution, modèle externe, schéma monophasé équivalent, étude de la caractéristique externe, identification des paramètres, étude des fonctionnements moteur, entraînement à vitesse variable.

## MODULE 1



3 jours de formation (21 heures)  
9h théorique, 12h pratique



1500 € HT



Nouredine TAKORABET

### Pré-requis :

Connaissances en circuits électriques.  
Connaissances de base en magnétisme.

#### Pratique :

- **Machine synchrone :**  
Essais d'identification des paramètres, et fonctionnement en génératrice autonome.
- **Machine synchrone :**  
Accrochage au réseau gestion des puissances active et réactive.
- **Machine asynchrone :**  
Essais d'identification, et fonctionnement moteur, entraînement à vitesse variable (V/f constant).

## CONVERTISSEURS MULTI-NIVEAUX

De nos jours, les convertisseurs multi-niveaux sont largement répandus dans les systèmes de génération de puissance en micro-grids.

L'analyse de leur topologie, l'élaboration des stratégies commandes ainsi que la détermination de leurs performances dans leur fonction principale de conversion d'énergie s'avèrent importants pour une exploitation optimale.

### Compétences acquises :

- Connaissance d'un certain nombre de topologie nouvelle
- Prise en main de simulation de fonctionnement sur Matlab-Simulink
- Mise en œuvre de filtres adaptés

### Programme :

#### Théorie :

**Convertisseurs AC-DC; DC-DC; DC-AC en 3, 4 et 5 Niveaux :**

- Études des topologies et différentes configurations de fonctionnement.
- Élaboration des stratégies de commande.
- Détermination des performances : essentiellement sur les THDv et THDi.
- Étude des Filtres associés.

## MODULE 2



3 jours de formation (20 heures)  
10h théorique, 10h pratique



1500 € HT



Ignace Rasoanarivo

### Pré-requis :

Analyse de circuits électriques  
Matlab-Simulink  
Convertisseurs de base en électronique de puissance :  
Buck, Boost, Redressement, Onduleur  
Commande Pleine Onde, Commande MLI.

#### Pratique :

Simulation sur Matlab-Simulink:

- Convertisseurs AC-DC
- Convertisseurs DC-DC
- Convertisseurs DC-AC

## COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE

De plus en plus, de nos jours, l'utilisation de semi-conducteurs à haute vitesse de commutation est largement répandue : par exemple les transistors de puissance SiC et GAN.

Dans des applications spécifiques localisées dans des espaces petits ou exigus (avionique, automobile), leur environnement est le siège de perturbations électromagnétiques à haute fréquence.

### Compétences acquises :

- Utilisation du Logiciel Saber.
- Identifications des phénomènes induits à haute fréquence.
- Apport des solutions appropriée.

### Programme :

#### Théorie :

- Définition des courants de Mode Conduit Commun et de Mode Conduit Différentiel.
- Analyse FFT des signaux de perturbation.
- Caractérisation sur le Logiciel Saber des Transistors Sic.
- Analyse des connectiques de puissance par bus-barre.
- Etude des Filtrés CEM de Mode Conduit Commun.
- Etude des Filtrés CM de Mode Conduit Différentiel.

## RÉSEAUX ÉLECTRIQUES

L'objectif de ce module est de présenter une introduction aux réseaux électriques de transport et de distribution.

### Compétences acquises :

- La modélisation des lignes, des câbles et des transformateurs de puissance.
- L'analyse de la répartition de puissance dans un réseau.
- Le calcul des courants de court-circuit.

### Programme :

#### Théorie :

- Modèles de ligne en régime sinusoïdal (avec quelques exemples de régimes transitoires) à un et deux circuits, aérien et souterrain.
- Modèles de transformateurs (régulateurs en charge, déphaseurs).
- Description sommaire des différents constituants d'un poste électrique.
- Analyse de la répartition de puissance dans un réseau.
- Calcul des courants de court-circuits.

## MODULE 3



3 jours de formation (20 heures)  
12h théorique, 8h pratique



1500 € HT



Ignace Rasoanarivo

### Pré-requis :

Analyse basique des circuits électriques.  
Connaissance des convertisseurs de puissance :  
BUCK, BOOST

#### Pratique :

- Mesures des courants de mode conduit commun sur un convertisseur BUCK.
- Mise en œuvre des Filtrés CEM de mode Différentiel (Famille des Filtrés CAUEUR), de mode Commun (Filtre SCHAFFNER) sur un convertisseur BOOST.

## MODULE 4



3 jours de formation (18 heures)  
10h théorique, 8h pratique



1500 € HT



Stéphane Dufour

### Pré-requis :

Les notions de bases de l'électricité (circuits électriques en régimes sinusoïdal) seront considérées acquises.

#### Pratique :

- L'analyse de la répartition de puissance dans un réseau (avec ses différentes branches contingence, N-1, répartition de puissance optimale) sera menée à travers un exemple type à l'aide d'un logiciel ouvert (Matpower).
- Le calcul des courants de court-circuit (symétriques et dissymétriques), sera effectué à l'aide d'un cas-test.

# Formation **CONTINUE**

LORRAINE  
**INP Ensem**

ÉCOLE D'INGÉNIEURS CRÉÉE EN 1900

SPÉCIALITÉ SYSTÈMES NUMÉRIQUES



## INTRODUCTION TECHNIQUE À LA BLOCKCHAIN

Système de cryptomonnaie bitcoin, les blocs, les transactions et la preuve de travail (Proof of Work).

Structure de la blockchain ; outils cryptographiques liés à son fonctionnement; fonctions de hachage et les clés asymétriques.

Système de la blockchain, Ethereum; technique de Smart Contract et les applications décentralisées (DApp). Langage Python quelques fonctionnalités d'un blockchain (algorithme de Proof of Work, structuration des transactions, développement d'un smart contract et d'une application DApp).

### Compétences acquises :

- Techniques de fonctionnement d'une blockchain et une cryptomonnaie.
- Développement d'un smart contract sur Ethereum.
- Développement d'une application décentralisée sur Ethereum.

### Programme :

#### Théorie :

- Structure et composants d'une blockchain.
- Mécanisme de consensus : Preuve de travail (PoW)
- Cryptomonnaie et bitcoin.
- Plateformes blockchain : Ethereum et les smart contract
- Applications décentralisées.

## FPGA CONFIGURÉ AVEC VHDL

Les circuits configurables du type FPGA sont de plus en plus utilisés dans les systèmes intelligents. La conception de ces systèmes ainsi que leur modélisation sont abordées afin de configurer des cartes FPGA avec un code VHDL pour créer des systèmes en boucle ouverte et/ou fermée et faire du prototypage.

### Compétences acquises :

- Compétences en modélisation des systèmes d'intégration numériques sur des cibles reconfigurables FPGA.
- Le savoir-faire dans le domaine de la conception de systèmes numériques et dans le prototypage rapide.

### Programme :

#### Théorie :

- Classification des cibles d'intégration : Du cahier des charges aux spécifications jusqu'à la conception.
- Algèbre de Boole et applications basiques & Modélisation des composants logiques. Modélisation VHDL.
- Conception et mise en équation de systèmes combinatoires.
- Conception et mise en équation de systèmes séquentiels.

## MODULE 5



2 jours de formation (12 heures)  
6h théorique, 6h pratique



1000 € HT



Abdelkader Lahmadi

### Pré-requis :

Programmation Python : niveau de base.

Quelques notions de base en réseau de communication.

#### Pratique :

- Hachage, courbes elliptiques et preuve de travail.
- Développement d'un smart contract sous Ethereum.
- Développement d'une application décentralisée.

## MODULE 6



2 jours de formation (14 heures)  
4h théorique, 10h pratique



1100 € HT



Maya Kallas

### Pré-requis :

Architecture des machines.

Codage des nombres numériques.

#### Pratique :

- Prise en main du logiciel Quartus, déclaration d'un projet et description graphique. Analyses fonctionnelle et temporelle. Implémentation sur la cible matérielle
- Description VHDL de solutions combinatoires puis câblages de cible FPGA, analyses fonctionnelles et temporelles couverture de code : l'additionneur 4 bits. Etude d'un simulateur professionnel (MODELSIM) : utilisation d'un programme de tests (testbench).
- Description VHDL de solutions séquentielles puis câblages de cible FPGA, analyses fonctionnelles et temporelles couverture de code : horloges, compteurs.

## INITIATION À LA PROGRAMMATION EN PYTHON

Python est un langage de programmation opensource clair et intuitif. Il est facile à apprendre, à lire et à comprendre et fonctionne sous tout système d'exploitation. Il est doté d'une grande communauté de développeur et est utilisé dans de nombreux domaines : le développement web, développement logiciel, l'analyse de données, la visualisation de données...

### Compétences acquises :

- Notion de variables et leurs portées.
- Structure algorithmique de base (condition if, boucle while, boucle for...)
- Base de la programmation orientée objet.
- Syntaxe Python.
- Debug de code.

### Programme :

#### Théorie :

- « Hello World » sous Python, variables et type de données.
- Logique conditionnelle et boucles.
- Fonctions, modules et traitement des erreurs.
- La programmation orientée objet : classes, objets, méthodes, attributs, héritage.
- Structure de données de base: listes, tuples, ensembles et dictionnaires.

## STATISTIQUES POUR L'INGÉNIEUR AVEC PYTHON

À l'issue de ce module, vous saurez modéliser et estimer des phénomènes physiques aléatoires. Vous pourrez calibrer un modèle à partir de données réelles et tester sa pertinence à partir de cas concrets.

Vous saurez faire le lien entre des observations et un modèle probabiliste. Vous aurez un rappel de notions de bases de probabilité : variable aléatoire, indépendance, probabilité conditionnelle, espérance, variance, fonction de densité, répartition. Vous saurez estimer les paramètres de votre modèle, tester une hypothèse statistique et déterminer un intervalle de confiance pour l'estimation de vos paramètres. Vous pourrez valider l'adéquation de votre modèle à vos données à l'aide d'un test statistique. Vous saurez mettre en place une régression linéaire (avec la librairie Python Scikit-Learn)

### Compétences acquises :

- Estimation de paramètre de modèle.
- Notions de test d'hypothèse.
- Validation de modèle.
- Régression linéaire et logistique sous Python.

### Programme :

#### Théorie :

- Rappel de probabilité.
- Introduction aux tests d'hypothèses, estimateurs de moyenne, variance et proportion.
- Types d'erreur, puissance, test bilatéraux, intervalles de confiance.
- validation de modèle (QQ-plot, test du Chi2), estimation de paramètres.
- Régression linéaire.
- Régression logistique.

## MODULE 7



3 jours de formation (18 heures)  
5h30 théorique, 12h30 pratique

1500 € HT



Samuel Martin

### Pré-requis :

Avoir un ordinateur et un accès à Internet.

#### Pratique :

- Jeux d'Othello.
- Listing de restaurant.

## MODULE 8



3 jours de formation (18 heures)  
9h théorique, 9h pratique

1500 € HT



Samuel Martin

### Pré-requis :

Avoir les bases de programmation en Python.  
Avoir quelques bases en probabilités aidera à suivre le cours mais n'est pas indispensable.

#### Pratique :

Prédiction de la consommation d'énergie future au niveau national.

## MANIPULATION DE DONNÉES AVEC PYTHON

À l'issue de ce module, vous saurez utiliser les bibliothèques Python permettant de manipuler et de visualiser les données avec le langage Python.

Vous découvrirez notamment les bibliothèques **Pandas**, **Numpy**, **Matplotlib** et **Seaborn** pour explorer et visualiser vos données. Grâce à ces outils, vous saurez manipuler des tableaux de données et en extraire l'information utile.

### Compétences acquises :

- Visualisation de données avec les bibliothèques Matplotlib et seaborn.
- Manipulation matricielle avec Numpy.
- Manipulation des jeux de données avec Pandas.

### Programme :

#### Théorie :

- Manipulation matricielle avec Numpy.
- Visualisation de données avec Matplotlib et Seaborn.
- Introduction à la manipulation de données avec Pandas.
- Algèbre relationnel avec Pandas.

## MODULE 9



3 jours de formation (18 heures)  
6h théorique, 12h pratique

1500 € HT



Samuel Martin

### Pré-requis :

Avoir des bases de programmation en Python.

## INTRODUCTION À LA CARTOGRAPHIE AVEC QGIS

Utiliser les fonctions de base du logiciel QGIS .

Charger des données géographiques de type matriciel ou vectoriel à partir de base de données telles qu'OpenStreet-Map. Ceci vous permettra de réaliser des cartes plus ou moins complexes.

Recherches et Traitements sur des données géographiques à l'aide de QGIS

### Compétences acquises :

- Les bases en Système d'Information Géographique.
- Créer et gérer des données géospatiales et leur format.
- Importer des données sous QGIS notamment provenant d'OpenStreetMap.
- Créer des cartes et les mettre en page.
- Analyser vos données avec QGIS.

### Programme :

#### Théorie :

- Introduction aux systèmes d'information géographiques.
- Découverte de QGIS (couches, shapefile, raster)
- Mise en page des cartes.
- Analyser des données avec QGIS.
- Utilisation de plugin sous QGIS et Openstreetmap.

## MODULE 10



3 jours de formation (18 heures)  
9h théorique, 9h pratique

1500 € HT



Samuel Martin

### Pré-requis :

Etre à l'aise avec l'informatique et les outils de bureautique telle que Excel ou LibreOffice

#### Pratique :

Créer des cartes nationales de flux de transport grâce à QGIS.

## RÉSEAUX DE NEURONES POUR LE DEEP LEARNING

Le «Big Data» devient la notion que tout le monde utilise pour parler des données présentes par exemple sur internet. Afin de classer et d'étudier ce type de données, des différents types de réseaux de neurones pour le «Deep Learning» sont utilisés pour un apprentissage supervisé et non supervisé.

### Compétences acquises :

- Capacité à manipuler des algorithmes ainsi qu'à les paramétrer correctement.
- Capacité à classer des données de grande dimension.
- Capacité à distinguer et à différencier les différents types de réseaux de neurones et à les utiliser dans les cas d'apprentissage supervisé et non supervisé.

### Programme :

#### Théorie :

- Introduction au perceptron, et extension au perceptron multi-couches avec la mise en œuvre de l'algorithme de la rétro propagation.
- Introduction au réseau de neurones convolutifs utilisé dans le cas de traitement d'images.
- Classification non supervisée : introduction des autoencodeurs avec les deux parties : codeurs et décodeurs avec les algorithmes nécessaires pour créer la suite codeurs-décodeurs.
- Introduction de la carte de Kohonen utilisée pour produire une faible dimension pour la représentation discrétisée de l'espace d'entrée des échantillons d'apprentissage.

## SIMULATION DES FLUX APPLICATION AVEC ARENA

La simulation des flux est un outil d'aide à la décision de l'industrie 4.0. Elle permet la modélisation informatique d'un système complexe afin d'analyser et de prédire le comportement de celui-ci notamment en présence de phénomènes aléatoires. Ceci dans le but d'améliorer sa conception et/ou sa commande.

### Compétences acquises :

- Quelques formalismes de modélisation des systèmes à événements discrets (les réseaux de Petri et automates).
- Bases de raisonnement pour construire un modèle de simulation.
- Les bases de simulation sous ARENA: intégrer les données et critères d'évaluation statistique de critères des performances recherchés, vérifier et valider le modèle, interpréter les résultats.

### Programme :

#### Théorie :

- Étude de quelques outils formels de modélisation et simulation des systèmes à événements discrets (SEDs) : les réseaux de Petri et les automates d'états.
- Exemples de modélisation de systèmes manufacturiers et de systèmes de transport.
- Introduction à la simulation informatique des SEDs.

## MODULE 11



2 jours de formation (12 heures)  
6h théorique, 6h pratique

1000 € HT



Maya Kallas

### Pré-requis :

Notions de base d'algèbre linéaire (calcul matriciel).  
Notions de base d'optimisation.  
Éléments de base de statistiques.

#### Pratique :

- Mini-projet de 6 heures:  
L'objectif est de prendre en main des jeux de données réalistes et d'appliquer les différentes approches présentées.

## MODULE 12



3 jours de formation (18 heures)  
9h théorique, 9h pratique

1500 € HT



Samia Maza

### Pré-requis :

- La logique de Boole.
- Quelques notions dans les formalismes graphiques comme les graphes, ou Grafcet, etc.
- Des bases en algorithmique.
- Des bases en statistiques.

#### Pratique :

- Voir le principe de la modélisation et de la simulation avec le logiciel de simulation des flux ARENA (Rockwell Software) par la construction de modèles simples pour évaluer certaines performances opérationnelles et/ou fiables.
- Traiter un problème de modélisation et de commande d'un système de transport automatisé en vue de tester et d'évaluer les performances d'une stratégie de conduite.

# SÛRETÉ DE FONCTIONNEMENT & CYBER-SÉCURITÉ

Les systèmes critiques (transport, nucléaire, chimie, systèmes d'informations...) peuvent faire l'objet de défaillances (sûreté de fonctionnement) ou d'attaques (cyber-sécurité) mettant en péril l'intégrité du système ou de ses usagers. Ce module apporte les compétences de bases pour analyser ces risques et développer des parades efficaces.

## Compétences acquises :

### Module 13.1

- Analyser les dysfonctionnements et les risques d'un système.
- Évaluer la fiabilité et la disponibilité d'un système.
- Apporter des solutions correctives et/ou préventives.

### Module 13.2

- Identifier et analyser les failles de sécurité d'un système.
- Mettre en œuvre des barrières de protection.

## MODULE 13



2 modules indépendants au choix ou les 2:  
**Module 13.1** (Sûreté de fonctionnement) : 1,5 jours  
**Module 13.2** (cyber-sécurité) : 1,5 jours



1 module au choix: 750 € HT  
Modules 13.1 et 13.2: 1250 € HT



Jean-François Pétin  
Abdelkader Lahmadi

## Pré-requis :

Quelques notions en probabilités/statistiques, en analyse fonctionnelle des systèmes et en architecture des systèmes informatiques.

## Programme :

### Théorie :

#### Module 13.1

- Définitions et indicateurs: fiabilité, disponibilité, maintenabilité, sécurité (RAMS).
- Approches d'analyse qualitatives: AMDEC, HAZOP.
- Introduction à la simulation informatique des SEDs.
- Approches d'analyse et d'évaluation combinatoires : bloc-diagrammes de fiabilité (RBD), arbres des défaillances (AdD).

#### Module 13.2

- Sensibilisation à la sécurité et les risques, paysage des menaces.
- Défense périmétrique par filtrage (réseaux, courriels, web).
- Défense en profondeur (antivirus, chiffrement, gestion des flux, pare-feu, HIPS).
- Surveillance et détection des attaques (analyse de traces et des vulnérabilités, contrôles, tests de sécurité).

### Pratique :

- Travaux pratiques sur le logiciel GRIF pour l'analyse et l'évaluation de la sûreté de fonctionnement (AdD, RBD, Chaines de Markov).
- Cas d'études.

# Formation **CONTINUE**

LORRAINE  
**INP Ensem**

ÉCOLE D'INGÉNIEURS CRÉÉE EN 1900

SPÉCIALITÉ MÉCANIQUE



## ANALYSE PAR ÉLÉMENTS FINIS DES MACHINES ET DES STRUCTURES

L'objectif du module est d'apprendre à utiliser la méthode des éléments finis pour l'analyse du comportement de machines et de structures soumises à des sollicitations (thermo)mécaniques extérieures. L'analyse des contraintes en vue de réaliser le dimensionnement de la structure sera particulièrement abordée.

### Compétences acquises :

A l'issue de ce module, les participants seront familiarisés à l'utilisation d'un code de calcul (ABAQUS) pour l'analyse et le dimensionnement de machines et de structures. Ils seront capables de formuler les bonnes hypothèses pour en étudier le comportement et d'analyser de façon critique les résultats de simulations.

### Programme :

#### Théorie :

A l'exception d'une introduction aux spécificités de la méthode dans son application à la mécanique des solides sous forme de cours et d'une application à un cas simple, le module sera principalement constitué de travaux pratiques sur ordinateur. En accord avec les enjeux industriels et sociétaux actuels, l'ensemble des cas applicatifs concerneront le stockage et la production d'énergie ou le transport.

## INITIATION AUX TRANSFERTS THERMIQUES

L'objectif de ce module est de transmettre aux participants les concepts de base leur permettant d'aborder et de résoudre divers problèmes liés aux transferts de l'énergie thermique. Les 3 modes de transferts sont présentés et illustrés par des exemples.

### Compétences acquises :

La terminologie et les principales lois physiques des transferts d'énergie thermique seront connues. Les participants sauront décrire et modéliser un problème de transfert de l'énergie thermique, et ils seront capables de le résoudre en utilisant les méthodes usuelles pour l'ingénieur.

### Programme :

#### Théorie :

- Description des trois modes de transfert de l'énergie thermique : Conduction, rayonnement, convection
- Présentation des principales lois et des grandeurs impliquées
- Description des interactions du système thermique avec son environnement
- Principales méthodes de résolution
- Équilibre thermique d'un panneau solaire photovoltaïque ; influence de la température sur le rendement de conversion
- Régulation thermique d'un four industriel

## MODULE 14



3 jours de formation (21 heures)  
4h théorique, 17h pratique



1500 € HT



Cédric Laurent

### Pré-requis :

Notions de bases de mécanique des milieux continus et/ou résistance des matériaux (déformations, contraintes, élasticité)

#### Pratique :

Les différentes séances de travaux pratiques auront pour but d'aborder les points suivants :

- Résolution d'un problème linéaire simple en statique et en dynamique.
- Hypothèses de modélisation et sensibilité aux paramètres.
- Choix du type d'éléments et manuel de bonnes pratiques.
- Introduction aux sources de non-linéarités.
- Résolution de problèmes concrets de dimensionnement

## MODULE 15



3 jours de formation (18 heures)  
12h théorique, 6h pratique



1500 € HT



Sophie Didierjean

### Pré-requis :

Thermodynamique / Bilan d'énergie.  
Bases de calcul différentiel.  
Bases de résolution des équations aux dérivées partielles

#### Pratique :

- La métrologie des températures (thermocouples, ... , caméra Infrarouge)
- Observer expérimentalement les transferts d'énergie thermique par conduction, convection et par rayonnement.
- Analyser des données expérimentales, telles que des profils de température ou des variations temporelles de température pour en déduire des paramètres thermiques.

## CONVERSION D'ÉNERGIE FLUIDE

Conversion d'énergie fluide pour la production d'énergie électrique à travers les centrales hydroélectrique (turbines hydrauliques) et les éoliennes. L'accent est mis sur les bilans d'énergie mis en jeu en entrée et sortie des machines ainsi que sur l'origine des pertes.

### Compétences acquises :

- Maîtriser les concepts de fonctionnement des turbines hydrauliques et des éoliennes.
- Identifier et modéliser les flux d'énergie ainsi que les pertes.
- Dimensionner une chaîne de conversion d'énergie fluide en énergie électrique par des approches simplifiées.

### Programme :

#### Théorie :

- Théorie générales des machines tournantes :
  - Bilans globaux de masse, de quantité de mouvement, d'énergie et de moment cinétique, théorème d'Euler.
- Turbines hydrauliques : généralités, organes entrée-sortie, vannage, puissance, rendement
  - Turbines à action
  - Turbines à réaction
  - Diagramme de sélection d'une turbine et calcul de diffuseurs.
- Eoliennes : description du vent, classification, principaux organes, théorie 1D de Betz.

## SCIENCE DES MATÉRIAUX POUR LA MÉCANIQUE

Dans ce module une introduction à la science des matériaux sera exposée au travers des grands secteurs d'utilisation abordés à l'ENSEM, notamment pour la mécanique des systèmes.

### Compétences acquises :

- Connaître plusieurs classifications des matériaux.
- Reconnaître les propriétés physiques, mécanique.
- Savoir lire un diagramme de phase binaire.
- Calculer un Indice de performance.
- Savoir comment effectuer un choix de matériaux pour un produit donné ou un sous-système assurant une fonction dans un système plus complexe.

### Programme :

#### Théorie :

- Introduction sur les relations Microstructure (échelles atomique à microscopique) / propriétés mécaniques dans le cas des matériaux cristallins (métaux et céramique), et amorphes (polymères et verres).
- Introduction à la méthodologie du choix des matériaux pour la conception mécanique.

## MODULE 16



2 jours de formation (12 heures)  
6h théorique, 6h pratique



1000 € HT



Alexandre Labergue

### Pré-requis :

Mécanique des fluides et application.

#### Pratique :

- Etude d'une éolienne.
- Etude d'une turbine hydraulique.

## MODULE 17



1,5 jours de formation (8 heures)  
4h théorique, 4h pratique



750 € HT



Julien Boisse

### Pré-requis :

Notions de base en Mécaniques des Milieux Continus.

#### Pratique :

- 2 Travaux Dirigés de 2 heures :
- Le système Fer-Carbone et les Alliages à base d'Aluminium.
  - Choix des matériaux pour la conception mécanique : cas d'études.

# LORRAINE INP Ensem

ÉCOLE D'INGÉNIEURS CRÉÉE EN 1900



École Nationale Supérieure  
d'Électricité et de Mécanique



2 Avenue de la Forêt de Haye  
BP 90161  
54505 Vandœuvre Cedex



+33 (0) 3 72 74 44 00



ensem-contact@univ-lorraine.fr



ensem.univ-lorraine.fr



ensem-energie-nancy



ensem.nancy



ensemnancy\_officiel



ensem.nancy