

# Contrat de Professionnalisation

## 5<sup>ème</sup> année d'ingénieur :

### *Mathématiques Appliquées*

Code RNCP : 34752	Code CPF : 238491	Mise à jour : 04/05/2022
-------------------	-------------------	--------------------------

	Intitulé	Durée
<b>Tronc commun</b>	High Dimensional and Deep Learning	<b>41h</b> (dont 2h d'évaluation)
	Computer Experiments et option au choix 1/2 : <ul style="list-style-type: none"> <li>Plan d'expériences</li> <li>Calcul stochastique et applications à la modélisation par EDP</li> </ul>	<b>1 option de 45h</b> (dont 2h d'évaluation)
	Projet tuteuré : recherche/innovation – Anglais	<b>128h</b> (dont 2h d'évaluation)
<b>Options au choix : 3/8</b>	Image	<b>3 options de 35h chacun</b> (dont 2h d'évaluation chacun)
	Assimilation de données	
	Volumes finis et Mécanique des fluides avancée	
	Modèles numériques avancés en mécanique des structures	
	Fiabilité et durée de vie	
	IA Frameworks (AIF)	
	Processus de Poisson et applications à l'actuariat et la fiabilité	
Mathématique et Apprentissage pour l'actuariat		
<b>Relations humaines et professionnelles, éthique, Parcours Professionnel Individualisé et Activités Physiques &amp; Sportives</b>		<b>65h</b> (dont 2h d'évaluation)
<b>PFE</b>		1h d'évaluation
<b>Tutorat</b>		<b>15h</b>
<b>Sous-total enseignements (hors évaluation et tutorat)</b>		<b>370 h</b>
<b>Sous-total évaluations et tutorat</b>		<b>30 h</b>
<b>TOTAL : 400 heures</b> <i>(dont 15 heures d'évaluation &amp; 15 heures de tutorat)</i>		

## INSA TOULOUSE & MIDISUP

INSA Toulouse Formation Continue, Batiment 7, 135 avenue de Ranguel, 31 077 Toulouse cedex 4

MIDISUP, Maison de la Recherche et de la Valorisation, 118 route de Narbonne,  
BP 14209 - 31432 Toulouse cedex 4

Contact : fc@insa-toulouse.fr // Tél : 05.67.04.88.66 // contact@midisup.com // Tél : 05.61.10.01.23

**UE : High Dimensional and Deep Learning****Responsable du cours** : B. LAURENT-BONNEAU**Contenu pédagogique** :

A la fin de ce module, l'étudiant devra avoir compris et pourra expliquer :

- Les algorithmes d'apprentissage supervisé basés sur les méthodes à noyaux
- L'agrégation de méthodes d'apprentissage via les algorithmes de boosting
- L'utilisation des algorithmes d'apprentissage profond pour la classification de données complexes (signaux, images) en grande dimension avec estimation de l'erreur de prédiction
- Les principaux algorithmes de classification de signaux ou d'images
- Les méthodes de réduction de dimension pour des données complexes
- Les algorithmes de détection d'anomalies

L'étudiant devra être capable de :

- Mettre en œuvre et optimiser les algorithmes basés sur les méthodes à noyau et les algorithmes de boosting sur des jeux de données.
- Ajuster des réseaux de neurones profonds pour la classification de signaux ou d'images.
- Appliquer des algorithmes de détection d'anomalies.
- Mettre en œuvre et optimiser les algorithmes d'apprentissage profond sur des données réelles à l'aide du logiciel R ou de bibliothèques Python.
  
- **Méthodes à noyau** : Machines à vecteurs supports pour la classification (SVM) et la régression (SVR).
- **Agrégation à l'aide du Boosting et Extreme Gradient Boosting.**
- **Réseaux de neurones convolutionnels** : couche convolutionnelle, pooling, dropout, architecture des réseaux convolutionnels (ResNet, Inception), transfert d'apprentissage, applications à la classification de signaux et d'images.
- **Encoder-decoder**, Auto-encoder variationnels, Generative Réseaux adversariaux
- **Décomposition fonctionnelle sur des bases de Spline, Fourier, ondelettes ou ACP fonctionnelle**: splines cubiques, critère des moindres carrés pénalisés, bases de Fourier, bases d'ondelettes, application en régression non paramétrique, estimateurs linéaires et non linéaires par seuillage, liens avec la méthode LASSO. ACP fonctionnelle.
- **Détection d'anomalies** : Principaux algorithmes : One Class SVM, Random Forest, Isolation Forest, Local Outlier Factor. Applications à la détection d'anomalies pour des données fonctionnelles.

**Prérequis** : Modélisation statistique ; Exploration et logiciels statistiques**Evaluation** : Examen écrit et rapport

---

**UE : Computer Experiments, Option 1 – Plan d'expériences****Responsable du cours** : O. ROUSTANT**Contenu pédagogique** :**INSA TOULOUSE & MIDISUP**

INSA Toulouse Formation Continue, Batiment 7, 135 avenue de Ranguel, 31 077 Toulouse cedex 4

MIDISUP, Maison de la Recherche et de la Valorisation, 118 route de Narbonne,  
BP 14209 - 31432 Toulouse cedex 4**Contact** : fc@insa-toulouse.fr // Tél : 05.67.04.88.66 // contact@midisup.com // Tél : 05.61.10.01.23

A la fin de ce module, l'étudiant devra avoir compris et pourra expliquer :

- Les principales méthodes de planification expérimentale
- La métamodélisation pour optimiser / quantifier les incertitudes d'un grand code de calcul
- Au moins deux grandes familles de métamodèles : polynômes de chaos et processus gaussiens
- La personnalisation de noyaux de covariances pour prendre en compte des informations métier
- La planification d'expériences numériques
- L'analyse de sensibilité globale

L'étudiant devra être capable de :

Partie Plans d'expériences

- Planifier une expérience dans le contexte du modèle linéaire

Partie Analyse des grands codes de calcul

- Au plan théorique, d'effectuer des calculs pour :  
noyaux de covariance et proc. gaussiens  
décomposition ANOVA, indices de Sobol
- En pratique, de mettre en œuvre la démarche complète d'analyse d'un code de calcul :  
planification d'expériences,  
construction / évaluation d'un métamodèle,  
application à l'optimisation / quantification d'incertitudes

Partie Plans d'expériences :

- Modèles linéaires de covariance, interactions multiples, modèles mixtes
- Principe de la randomisation des expériences et plans d'expériences classiques
- Plans factoriels, plans fractionnaires
- Exemples avec les logiciels SAS et JMP

Partie Analyse des grands codes de calcul

- Introduction : analyse de grands codes de calculs, métamodélisation. Exemples d'applications
- Deux métamodèles célèbres : polynômes de chaos, processus gaussiens (krigeage)
- Simulation de processus gaussiens non conditionnels / conditionnels
- Prise en compte d'information métier et personnalisation de noyaux de covariance
- Optimisation assistée par métamodèle (optimisation bayésienne)
- Planification d'expériences numériques : focus sur les plans remplissant l'espace
- Analyse de sensibilité globale : focus sur la décomposition ANOVA (décomposition de Sobol)
- Application industrielle : quantification d'incertitudes.

**Prérequis** : Modélisation statistique, Logiciels et Méthodes d'Exploration Statistique des Données, Vecteurs gaussiens.

**Evaluation** : Examen écrit et travaux pratiques

---

## INSA TOULOUSE & MIDISUP

INSA Toulouse Formation Continue, Batiment 7, 135 avenue de Ranguel, 31 077 Toulouse cedex 4

MIDISUP, Maison de la Recherche et de la Valorisation, 118 route de Narbonne,  
BP 14209 - 31432 Toulouse cedex 4

Contact : fc@insa-toulouse.fr // Tél : 05.67.04.88.66 // contact@midisup.com // Tél : 05.61.10.01.23

**UE : Computer Experiments, Option 2 – Calcul stochastique et applications à la modélisation par EDP****Responsable du cours** : O. ROUSTANT**Contenu pédagogique** :

A la fin de ce module, l'étudiant devra avoir compris et pourra expliquer les éléments suivants :

*Analyse de grands codes de calcul*

- La métamodélisation pour optimiser / quantifier les incertitudes d'un grand code de calcul
- Au moins deux grandes familles de métamodèles : polynômes de chaos et processus gaussiens
- La personnalisation de noyaux de covariances pour prendre en compte des informations métier
- La planification d'expériences numériques
- L'analyse de sensibilité globale

*Calcul stochastique*

- Le mouvement brownien ainsi que l'intégrale de Wiener et la formule d'Itô.
- La relation entre une équation différentielle stochastique et son équation de Fokker-Planck.
- La réécriture d'un problème parabolique ou elliptique à l'aide d'un processus stochastique bien choisi.

L'étudiant devra être capable de :

*Analyse de grands codes de calcul*

- Au plan théorique, d'effectuer des calculs pour :
  - noyaux de covariance et proc. gaussiens
  - décomposition ANOVA, indices de Sobol
- En pratique, de mettre en œuvre la démarche complète d'analyse d'un code de calcul :
  - planification d'expériences,
  - construction / évaluation d'un métamodèle,
  - application à l'optimisation / quantification d'incertitudes

*Calcul stochastique*

- Dériver des modèles simples sur la filtration de bruit et le contrôle stochastique.
- Mettre en œuvre numériquement la résolution d'une équation parabolique ou elliptique à l'aide d'une méthode probabiliste basée sur des particules.

*Analyse de grands codes de calcul*

- Introduction : analyse de grands codes de calculs, métamodélisation. Exemples d'applications
- Deux métamodèles célèbres : polynômes de chaos, processus gaussiens (krigeage)
- Simulation de processus gaussiens non conditionnels / conditionnels
- Prise en compte d'information métier et personnalisation de noyaux de covariance
- Optimisation assistée par métamodèle (optimisation bayésienne)

**INSA TOULOUSE & MIDISUP**

INSA Toulouse Formation Continue, Batiment 7, 135 avenue de Ranguel, 31 077 Toulouse cedex 4

MIDISUP, Maison de la Recherche et de la Valorisation, 118 route de Narbonne,  
BP 14209 - 31432 Toulouse cedex 4

Contact : fc@insa-toulouse.fr // Tél : 05.67.04.88.66 // contact@midisup.com // Tél : 05.61.10.01.23

- Planification d'expériences numériques : focus sur les plans remplissant l'espace
- Analyse de sensibilité globale : focus sur la décomposition ANOVA (décomposition de Sobol)
- Application industrielle : quantification d'incertitudes.

**Calcul stochastique**

- Processus stochastiques à temps continu et martingales. Introduction aux temps d'arrêts.
- Construction du mouvement brownien et de l'intégrale stochastique puis dérivation de la formule d'Itô. Résolution d'un problème de Dirichlet à l'aide du mouvement brownien.
- Introduction aux équations différentielles stochastiques (EDS) puis dérivation des équations de Fokker-Planck. Résolution d'une équation parabolique à l'aide d'une solution d'EDS.

**Prérequis** : Vecteurs gaussiens. Probabilités. EDO. Base des EDP.

**Evaluation** : Examen écrit et travaux pratiques

---

**UE : Projet tuteuré : recherche/innovation – Anglais**

**Responsable du cours** : Cathy Maugis-Rabusseau

**Contenu pédagogique :**

- A la fin de ce module, l'étudiant devra avoir compris et pourra expliquer :
- Principes et fonctionnement d'un environnement de travail collaboratif,
- Principes de la modélisation mathématique d'un problème applicatif en relation avec une autre discipline ou un secteur industriel particulier,
- Autoévaluation des résultats obtenus en regard des objectifs,
- Différences de fonctionnement des principes de l'expression écrite et orale en anglais scientifique.

L'étudiant devra être capable de :

- Interagir avec un spécialiste ou un ingénieur d'une autre discipline en français et en anglais,
- Traduire des connaissances scientifiques à l'adresse d'un public non spécialiste en anglais,
- Organiser le travail collaboratif en petit groupe,
- Définir le cadre et le cahier des charges d'un problème original de modélisation mathématique,
- Conduire les recherches bibliographiques nécessaires à sa résolution,
- Développer le modèle déterministe et / ou stochastique adapté à sa résolution,
- Mettre en oeuvre sa résolution numérique,
- Rendre compte en anglais par écrit et à l'oral des résultats obtenus et dialoguer sur les éléments clé du projet.
- Ecrire un résumé cohérent en anglais

**INSA TOULOUSE & MIDISUP**

INSA Toulouse Formation Continue, Batiment 7, 135 avenue de Ranguel, 31 077 Toulouse cedex 4

MIDISUP, Maison de la Recherche et de la Valorisation, 118 route de Narbonne,  
BP 14209 - 31432 Toulouse cedex 4

Contact : fc@insa-toulouse.fr // Tél : 05.67.04.88.66 // contact@midisup.com // Tél : 05.61.10.01.23

Après un appel à projet auprès d'industriels (aéronautique, spatial, pharmacologie, ...) ou de laboratoires scientifiques (IMT, LISBP, LAAS, IMFT, LPNO, CEMES, ...), les étudiants doivent résoudre un problème de modélisation mathématique, supervisé par des spécialistes dans le domaine concerné (physique, mécanique, biologie, finance, fiabilité, ...).

Le point essentiel est la confrontation à un problème complexe, dont la solution est inconnue. C'est la situation typique en recherche ou innovation dans l'industrie, et c'est un facteur important dans l'apprentissage de l'autonomie et du travail collaboratif.

Grâce à des activités ciblées (présentations du contexte, rédaction du travail mené, ...) les étudiants développeront leur connaissance des spécificités de l'anglais scientifique et seront capable d'adapter leur langage pour les spécialistes et non spécialistes.

**Prérequis :**

**Evaluation :** Rapport et exposé

---

### Option 1/8 : Image

**Responsable du cours :** O. ROUSTANT

**Contenu pédagogique :**

A la fin de ce module, l'étudiant devra avoir compris et pourra expliquer le processus de créations des images, les principes et la mise en œuvre des modèles d'optimisation permettant de résoudre des problèmes inverses en imagerie. On abordera des problèmes tels que la restauration, la segmentation et le recalage d'images.

L'étudiant devra être capable de manipuler, implémenter et tester de nouvelles méthodes de traitement d'images. Pour cela, il devra être capable de calculer les gradients, projections et opérateurs proximaux dont il a besoin pour implémenter un algorithme d'optimisation adapté à la structure de son problème.

- Modélisation des principaux processus de création des images et rappels d'optimisation.
- La restauration d'image: Modélisation, variation totale, débruitage, problèmes inverses (inpainting, déconvolution, restauration d'image compressée)
- Le recalage d'images: Principe et aperçu des modèles variationnelles en recalage et de leurs applications
- La représentation parcimonieuse dans un dictionnaire d'atomes: principe, minimisation  $l_0$  et  $l_1$ , échantillonnage compressé (cas  $l_0$  et  $l_1$  dans la cas du critère RIP), Orthogonal Matching Pursuit
- La segmentation d'image: optimisation de forme par ensemble de niveaux, méthode du flot maximum. Modélisation pour la segmentation d'images: modèles de Mumford-Shah, Chan-Vese, Boykov-Jolly
- Les méthodes non-locales : Discrete Universal Denoiser, NL-mean, variation totale non-locale
- Les méthodes d'apprentissage (non convexe) : apprentissage de dictionnaire, K-SVD

**Prérequis :** Bases de l'algèbre linéaire, Principaux algorithmes et principes d'optimisation, Notions élémentaires en probabilités et statistiques, Bases en programmation.

**Evaluation :** Examen écrit et travaux pratiques

## INSA TOULOUSE & MIDISUP

INSA Toulouse Formation Continue, Batiment 7, 135 avenue de Ranguel, 31 077 Toulouse cedex 4

MIDISUP, Maison de la Recherche et de la Valorisation, 118 route de Narbonne,  
BP 14209 - 31432 Toulouse cedex 4

Contact : fc@insa-toulouse.fr // Tél : 05.67.04.88.66 // contact@midisup.com // Tél : 05.61.10.01.23

---

**Option 2/8 : Assimilation de données****Responsable du cours** : J. MONNIER**Contenu pédagogique** :

A la fin de ce module, l'étudiant devra avoir compris et pourra expliquer :

*Assimilation Variationnelle de Données*

- Fusionner de manière optimale un modèle d'EDP avec des jeux de données.
- Le contrôle optimal d'un système dynamique (EDO) et d'un modèle d'EDP.
- Calculer un gradient via la méthode adjointe.
- Principes des bases de la différentiation automatique.
- Des algorithmes d'identification de paramètres - calibration de modèles (assimilation variationnelle de données).
- L'introduction d'a-priori via les matrices de covariance entre les paramètres inconnus.
- Les liens entre l'assimilation variationnelle, le filtrage (Kalman) et l'approche Bayésienne.

*Apprentissage de modèles*

- L'apprentissage d'un modèle (EDO ou EDP) à partir d'une grande masse de données

**Prérequis** : Identification ; PDE & ODE Models, differential calculus, functional analysis, optimisation, numerical schemes, programming. ; Automatique ; EDO, Optimisation, Schémas Numériques, Algèbre Linéaire, Programmation**Evaluation** : Examen écrit et rapport

---

**Option 3/8 : Volumes finis et Mécanique des fluides avancée****Responsable du cours** : J. MONNIER**Contenu pédagogique** :

A la fin de ce module, l'étudiant devra avoir compris et pourra expliquer :

- les différents modèles utilisés pour décrire la dynamique des écoulements turbulents, des écoulements compressibles et des écoulements diphasiques ;
- les principes et bases théoriques de la méthode des volumes finis (ordre 1 et 2) appliquée à la mécanique des fluides.

L'étudiant devra être capable de :

- Comprendre les modèles utilisés pour décrire la dynamique des écoulements compressibles (avec possible présence d'ondes de choc), des écoulements diphasiques et des écoulements turbulents,
- Connaître les hypothèses sous-jacentes et les limites de validité de ces modèles,
- Connaître / comprendre les principales méthodes numériques utilisées en CFD et les appliquer,
- Utiliser un modèle et une méthode numérique adaptés en fonction du problème de mécanique des fluides à résoudre et de la précision souhaitée.

**INSA TOULOUSE & MIDISUP**

INSA Toulouse Formation Continue, Batiment 7, 135 avenue de Ranguel, 31 077 Toulouse cedex 4

MIDISUP, Maison de la Recherche et de la Valorisation, 118 route de Narbonne,  
BP 14209 - 31432 Toulouse cedex 4**Contact** : fc@insa-toulouse.fr // Tél : 05.67.04.88.66 // contact@midisup.com // Tél : 05.61.10.01.23

Modélisation des écoulements compressibles : ondes de détente et de choc, relations de Rankine Hugoniot. Exemples d'application dans le domaine des écoulements à grande vitesse.

Modélisation des écoulements diphasiques : modèles pour les écoulements diphasiques à phase dispersée et à phases séparées. Exemples d'application dans les domaines industriel et environnemental.

Modélisation des écoulements turbulents : Modèles pour les écoulements turbulents (k-epsilon, k-omega, L.E.S, lois de paroi) et exemples d'application. TP d'application sur la modélisation d'une couche limite turbulente.

Méthodes numériques et applications : Méthode des volumes finis d'ordre 1 et 2 pour la mécanique des fluides - TP d'application en langage PYTHON - TP avec le logiciel FLUENT

**Prérequis** : Notions de base de mécanique des fluides (dynamique des écoulements incompressibles) et principes généraux de la méthode des volumes finis

**Evaluation** : Examen écrit, travaux pratiques et rapport

---

### Option 4/8 : Modèles numériques avancés en mécanique des structures

**Responsable du cours** : R. BOUCLIER

**Contenu pédagogique** :

A la fin de ce module, l'étudiant devra avoir compris et pourra expliquer :

Quelques modélisations avancées en mécanique des structures permettant d'aller vers des applications concrètes actuelles telles que :

- le calcul de structures de type coque ;
- l'utilisation des données de la CAO pour le calcul ;
- la modélisation et la simulation du contact entre solides élastiques ;
- le recalage d'images afin de faire de l'assimilation de données en mécanique expérimentale.

L'étudiant devra être capable de sur des cas simples :

- Formuler et résoudre par la méthode des éléments finis des modèles de poutres.
- Appréhender une technique de calcul avancée basée sur la représentation géométrique en CAO (éléments finis isogéométriques NURBS)
- Formuler et résoudre par différents algorithmes éléments finis un problème de contact sans frottement
- Identifier des propriétés mécaniques de matériaux par assimilation de données images.

*Modélisation numérique des structures minces*

- Construction d'un modèle poutre à partir de l'élasticité solide 3D
- Formulation variationnelle, lien avec la minimisation d'énergie et résolution par la méthode des éléments finis.

*Lien CAO-calcul*

## INSA TOULOUSE & MIDISUP

INSA Toulouse Formation Continue, Batiment 7, 135 avenue de Ranguel, 31 077 Toulouse cedex 4

MIDISUP, Maison de la Recherche et de la Valorisation, 118 route de Narbonne,  
BP 14209 - 31432 Toulouse cedex 4

Contact : fc@insa-toulouse.fr // Tél : 05.67.04.88.66 // contact@midisup.com // Tél : 05.61.10.01.23

- Notions de base de représentation des géométries en CAO.
- Analyse isogéométrique : éléments finis splines.
- Application pour le calcul de modèles de poutre.

*Modélisation et simulation des phénomènes de contact*

Contact sans frottement entre solides élastiques, conditions de Signorini

Introduction à la théorie des inéquations variationnelles

Méthodes numériques du contact : pénalisation, régularisation, dualité

*Recalage d'images par éléments fins*

Corrélation d'images numériques

Assimilation de données en mécanique expérimentale

**Prérequis** : Mécanique des milieux continus ; Modèle de l'élasticité ; Méthode des éléments finis

**Evaluation** : Examen écrit, travaux pratiques et rapport

---

**Option 5/8 : Fiabilité et durée de vie**

**Responsable du cours** : J-Y. DAUXOIS

**Contenu pédagogique** :

A la fin de ce module, l'étudiant devra être capable de mettre en œuvre les démarches suivantes et d'en expliquer les conclusions.

- Utiliser les bases de données de retour d'expériences pour estimer les grandeurs de fiabilité des composants d'un système.
- Analyser et exploiter la structure d'un système pour déterminer sa fiabilité en fonction de la connaissance des caractéristiques de ses composants.
- Modéliser la récurrence des pannes sur un système et l'évolution des états de ce système au cours du temps.
- Modéliser les effets de la maintenance et décider d'une politique de maintenance en fonction des observations faites sur le système (dégradation en particulier).

*Durées de vie* : censure, troncature, taux de panne instantané, modèles de vieillissement, estimations paramétriques et non paramétriques (Kaplan-Meier et Nelson-Aalen) des fonctions d'intérêt, modèles avec covariables (modèles de régression de Cox et d'Aalen), approche bayésienne.

*Structure d'un système et Fiabilité* : diagramme de fiabilité, systèmes série, parallèle, k/n ou mixte, fonction de structure.

*Fiabilité des systèmes réparables* : Fiabilité/Disponibilité, modélisation markovienne, processus intensité de défaillance, modèles de processus de Poisson homogène et non homogènes, processus de renouvellement, maintenance corrective et préventive, modèles de réparation imparfaite, modèles de dégradation et politique de maintenance.

**Prérequis** : • Chaînes de Markov et application ; Statistique ; Modélisation Statistique

**Evaluation** : Examen écrit et travaux pratiques

---

**INSA TOULOUSE & MIDISUP**

INSA Toulouse Formation Continue, Batiment 7, 135 avenue de Ranguel, 31 077 Toulouse cedex 4

MIDISUP, Maison de la Recherche et de la Valorisation, 118 route de Narbonne,  
BP 14209 - 31432 Toulouse cedex 4

Contact : fc@insa-toulouse.fr // Tél : 05.67.04.88.66 // contact@midisup.com // Tél : 05.61.10.01.23

**Option 6/8 : IA Frameworks (AIF)**

**Responsable du cours** : J-Y. DAUXOIS

**Contenu pédagogique** :

A la fin de ce module l'étudiant sera capable d'appliquer les algorithmes vus durant ces cours de manières optimales sur les technologies appropriés. Il saura également appliquer de nouveaux algorithmes sur des jeux de données réels.

A la fin de ce module, l'étudiant devra avoir compris et pourra expliquer :

- Les principes de la conteneurisation
- Les principes du cloud computing.
- Les algorithmes principaux du traitement du langage naturel. (Nettoyage, Vectorization, Word embedding)
- Les algorithmes de réseaux de neurones récurrent
- Les algorithmes principaux de l'apprentissage par renforcement.
- Les algorithmes principaux de système de recommandation.

L'étudiant devra être capable de :

- Identifier les outils adaptés à ces données massives (machine virtuelle, container, cpu vs gpu, etc..) sur différents cas d'usage.
- Identifier les algorithmes adaptés selon les cas d'usages (Système de recommandation, NLP, reinforcement learning, CNN, etc...)
- Déployer, optimiser, ces méthodes et algorithmes dans l'environnement le plus adapté et en valider les performances.
- Auto-apprendre le déploiement et l'utilisation sur un cas d'usage d'une technologie récente de son choix.

**Prérequis** : Exploration Statistique des données ; Apprentissage Machine ; Langages R, Python

**Evaluation** : Exposé et travaux pratiques

---

**Option 7/8 : Processus de Poisson et applications à l'actuariat et la fiabilité**

**Responsable du cours** : M. ALBERT

**Contenu pédagogique** :

A la fin de ce module, l'étudiant devra :

- Connaître et avoir compris les fondamentaux de la théorie des processus de Poisson.
- Être capable d'estimer l'intensité d'un processus de Poisson homogène et construire des intervalles de confiance et des tests pour cette intensité (d'un point de vue théorique et pratique à l'aide du logiciel R).
- Modéliser la récurrence des pannes en Fiabilité, ou des sinistres en Actuariat, à l'aide de processus de Poisson

Le processus de Poisson est largement utilisé pour modéliser des ensembles aléatoires de « points » dans le temps ou dans l'espace (e.g. les instants de pannes en fiabilité, ou les réclamations en assurance).

**INSA TOULOUSE & MIDISUP**

INSA Toulouse Formation Continue, Batiment 7, 135 avenue de Ranguel, 31 077 Toulouse cedex 4

MIDISUP, Maison de la Recherche et de la Valorisation, 118 route de Narbonne,  
BP 14209 - 31432 Toulouse cedex 4

Contact : fc@insa-toulouse.fr // Tél : 05.67.04.88.66 // contact@midisup.com // Tél : 05.61.10.01.23

Par ailleurs, ce modèle est à la base de nombreux autres processus aléatoires plus complexes, tels que les processus de Poisson composés permettant de modéliser le processus de risque en actuariat.

L'objectif de ce cours est d'introduire de tels modèles et d'étudier leurs propriétés fondamentales autant d'un point de vue probabiliste que statistique, et de les appliquer à la théorie de la fiabilité et en actuariat.

Ce cours est divisé en deux parties :

*1ère partie : Vue d'ensemble*

Introduction à la théorie des :

- Processus de Poisson homogènes et non homogènes (définitions, propriétés fondamentales).
- Statistique inférentielle pour les processus de Poisson homogènes (estimation ponctuelle, intervalles de confiance et tests sur l'intensité) .
- Méthodes de simulation pour les processus de Poisson.

*2nde partie : Approfondissement par projets*

Application et illustration sur des données réelles et/ou simulées de différents aspects des processus de Poisson.

**Prérequis** : Probabilités et statistiques, Statistiques, Éléments de modélisation statistique

**Evaluation** : Examen écrit, rapport, exposé

---

### **Option 8/8 : Mathématique et Apprentissage pour l'actuariat**

**Responsable du cours** : A. REVEILLAC

**Contenu pédagogique** :

A la fin de ce module, l'étudiant devra :

- Comprendre la modélisation du risque en assurance.
- Maîtriser la définition du modèle de Cramér-Lundberg et des notions de ruines et provisionnement qui lui sont attachées.
- Connaître les principales méthodes de Machine Learning (et algorithmes stochastiques) pour les problématiques de provisionnement et tarification en assurance vie et non-vie.
- Maîtriser les principales notions de gestion des risques à travers les mesures de risque.

Introduction aux problématiques des risques en Actuariat

Etude du modèle de Cramér-Lundberg et des notions de ruine, prime et provisionnement (notion de processus de Poisson composé).

Présentation des algorithmes stochastiques et d'apprentissage dans un contexte actuariel.

Introduction aux mesures de risques comme outil d'évaluation du risque en Assurance.

**Prérequis** : Probabilités et statistiques ; Processus de Poisson et application en fiabilité et en actuariat (Option 7/8)

**Evaluation** : Examen écrit, rapport

---

## **INSA TOULOUSE & MIDISUP**

INSA Toulouse Formation Continue, Batiment 7, 135 avenue de Ranguel, 31 077 Toulouse cedex 4

MIDISUP, Maison de la Recherche et de la Valorisation, 118 route de Narbonne,

BP 14209 - 31432 Toulouse cedex 4

Contact : fc@insa-toulouse.fr // Tél : 05.67.04.88.66 // contact@midisup.com // Tél : 05.61.10.01.23

**UE : Relations humaines et professionnelles, éthique****Responsable du cours** : Hélène HERENG, Thierry DUPONT, Françoise REY**Contenu pédagogique** :Management d'équipe, Psychologie sociale et éthique

- A la fin de ce module, l'étudiant devra avoir compris et pourra expliquer :
- Analyser des situations de groupe avec des concepts issus de la psychologie sociale
- Identifier les dimensions éthiques de ces situations et prendre position
- Repérer et comprendre des informations liées aux RH
- Analyser une situation de management d'équipe en référence à un cadre théorique
- Formuler et argumenter des solutions managériales
- Agir dans un milieu naturel : analyser, décider, agir ; mettre en œuvre la sécurité, utiliser du matériel spécifique. découvrir un site.
- Respecter et s'intégrer dans un environnement différent de ses habitudes
- S'engager avec cohérence dans le projet d'activités
- Prendre part activement au collectif
- Valider son projet professionnel et construire une stratégie pour trouver un emploi

Parcours Professionnel Individualisé

Le Parcours Professionnel Individualisé (PPI) a pour vocation d'accompagner les élèves-ingénieurs tout au long de leur scolarité à l'INSA Toulouse pour leur permettre de construire leur projet professionnel, de développer leurs compétences et d'accroître leur employabilité dans une perspective humaine durable et globale.

La coopération avec les professionnels du secteur de l'industrie se décline au travers de différents processus tels que des entretiens individuels, des simulations de recrutement, des sessions de groupes, des travaux en équipes-projets, des rencontres et immersions en entreprises, des conférences-métiers et des tables rondes...

Activités Physiques et Sportives**Objectifs du stage APPN (activités physiques de pleine nature) :**

- Entretenir sa santé par une pratique physique
- Développer sa culture sportive
- Intégrer et manager une équipe

L'étudiant devra être capable de :

- respecter et s'intégrer dans un environnement différent de ses habitudes : comprendre intégrer et respecter le cadre d'une organisation, s'intéresser au patrimoine et à l'environnement, respecter les lieux, les personnels, les autres.
- s'engager avec cohérence dans le projet d'activités : évaluer sa performance au regard de ses ressources et des objectifs, prendre conscience du danger pour maîtriser les risques, respecter les règles de sécurité, s'engager physiquement et mentalement dans l'effort.
- prendre part activement au collectif : savoir se positionner dans l'équipe, accompagner et aider les autres dans l'effort, respecter l'autre et l'équipe.

**Evaluation** : Rapport, cas pratique et exposé**INSA TOULOUSE & MIDISUP**

INSA Toulouse Formation Continue, Batiment 7, 135 avenue de Ranguel, 31 077 Toulouse cedex 4

MIDISUP, Maison de la Recherche et de la Valorisation, 118 route de Narbonne,  
BP 14209 - 31432 Toulouse cedex 4**Contact** : fc@insa-toulouse.fr // Tél : 05.67.04.88.66 // contact@midisup.com // Tél : 05.61.10.01.23

---

**UE : Projet de fin d'études**

**Responsable du cours** : Directeur du département d'ingénierie et tuteur pédagogique

**Contenu pédagogique** :

L'étudiant devra être capable de :

- Mettre en application les connaissances théoriques acquises
- Mettre en œuvre son initiative individuelle au profit d'une réalisation concrète au sein de l'entreprise
- Pratiquer la prise de responsabilité et la gestion de projet

**Prérequis** : validation pédagogique de la fiche missions de l'alternant

**Evaluation** : rapport écrit et soutenance orale

---

**INSA TOULOUSE & MIDISUP**

**INSA Toulouse Formation Continue**, Batiment 7, 135 avenue de Ranguel, 31 077 Toulouse cedex 4

**MIDISUP**, Maison de la Recherche et de la Valorisation, 118 route de Narbonne,  
BP 14209 - 31432 Toulouse cedex 4

**Contact** : fc@insa-toulouse.fr // Tél : 05.67.04.88.66 // contact@midisup.com // Tél : 05.61.10.01.23