

# Fiches des modules du mastère de recherche ISI

**Note :** Pour le tronc commun de M1, nous ne présentons ici que les fiches des modules optionnels proposés pour le semestre 1 et le semestre 2. Les descriptifs des modules proposés par la CNSI se trouvent en **annexe A**.

# **Modules optionnels du mastère de recherche ISI**

## **Semestre 1**

## Fiche descriptive de l'unité d'enseignement UE5

<b>Intitulé de l'UE</b> <b>Unité optionnelle</b>
---

Nombre de crédits : 6
Code UE : UE5

Université: Université de Tunis	Etablissement : ENSIT
Domaine de formation : Sciences et Technologies	Mention: Informatique
Diplôme et Parcours <i>Mastère de recherche en Informatique</i>	Semestre M1-Semestre 1

### 1- Objectifs de l'UE5 (Savoirs, aptitudes et compétences)

#### Objectif :

- Choisir 2 matières parmi une liste de matières optionnelles proposées comme complément aux modules des unités d'enseignement fondamentales pour s'approfondir plus dans l'un des domaines de recherche possibles.

### 2- Pré-requis (définir les UE et les compétences indispensables pour suivre l'UE concernée)

Niveau Licence ou Ingénieur
-----------------------------

### 3- Eléments constitutifs de l'UE5 (unité optionnelle)

Eléments constitutifs	Volume des heures de formation présentielles (14 semaines)				Crédits
	Cours	TD	TP	A distance	
1- ECUE 1	28	14		5	3
2- ECUE 2	28	14		5	3
Total	56	28		10	6

### 4- Contenu (descriptifs et plans des cours)

Nous proposons ici quelques plans de cours suggérés :

#### ➤ Ingénierie dirigée par les modèles

**Objectif :** L'ingénierie dirigée par les modèles permet d'améliorer et d'automatiser en partie la conception et le développement de systèmes complexes. Elle permet de considérer les développements à des niveaux abstraits et sous forme de modèles et transformation de modèles. L'objectif de ce cours est de montrer l'importance des modèles dans un cycle de conception complet et de fournir aux étudiants les concepts et les techniques nécessaires à la compréhension des approches, méthodes, et outils basés sur l'ingénierie des modèles

#### Plan :

- Chapitre 1 : Définition de modèles/méta-modèles
- Chapitre 2 : MOF, profils UML, OCL
- Chapitre 3 : Transformations de modèles
- Chapitre 4 : ATL, Kermeta
- Chapitre 5 : Domain-Specific Languages (DSL)
- Chapitre 6 : Cas des systèmes embarqués avec SysML

**Chapitre 7:** Vérification & Validation

**Chapitre 8:** Application aux transformations de modèles

**Chapitre 9:** Génération de code

➤  **Systèmes pervasifs et IHM**

**Objectif :** Présenter le principe de l'informatique mobile et de la notion de plasticité, de présenter les différents dispositifs de mobilité et d'étudier par la suite l'impact sur les IHM et l'ergonomie.

**Plan :**

**Chapitre 1:** Introduction à l'informatique ubiquitaire

**Chapitre 2:** Architecture des applications mobiles

**Chapitre 3:** Notions de plasticité desIHM

**Chapitre 4:** Adaptation des IHM mobiles

**Chapitre 5:** De l'ergonomie cognitive à l'ergonomie contextuelle

**5- Examens et évaluation des connaissances**

**5.1- Méthode d'évaluation et régime d'examens :** la modalité d'évaluation pour les 2 ECUE est le régime mixte.

**5.2 - Validation de l'UE** (préciser les poids des épreuves d'examens pour le calcul de la moyenne de l'ECUE, les coefficients des ECUE et le coefficient de l'UE au sein du parcours).

<b>ECUE</b>	<b>Coef. de l'ECUE</b>	<b>Coef. de l'UE au sein du parcours</b>
<b>ECUE1</b>	1.5	3
<b>ECUE2</b>	1.5	

# **Modules optionnels du mastère de recherche ISI**

## **Semestre 2**

## Fiche descriptive de l'unité d'enseignement UE10

### Intitulé de l'UE Unité optionnelle

Nombre de crédits : 6

Code UE : UE10

Université : Université de Tunis	Etablissement : ENSIT
Domaine de formation : Sciences et Technologies	Mention : Informatique
Diplôme et Parcours <i>Mastère de recherche en Informatique</i>	Semestre M1-Semestre 2

#### 1- Objectifs de l'UE10 (Savoirs, aptitudes et compétences)

##### Objectif:

- Choisir 2 matières parmi une liste de matières optionnelles proposées comme complément aux modules des unités d'enseignement fondamentales pour s'approfondir plus dans l'un des domaines de recherche possibles.

#### 2- Pré-requis (définir les UE et les compétences indispensables pour suivre l'UE concernée)

Niveau Licence ou Ingénieur

#### 3- Eléments constitutifs de l'UE10 (unité optionnelle)

Eléments constitutifs	Volume des heures de formation présentielles (14 semaines)				Crédits
	Cours	TD	TP	A distance	
1- ECUE 1	28	14		5	3
2- ECUE 2	28	14		5	3
Total	56	28		10	6

#### 4- Contenu (descriptifs et plans des cours)

Nous proposons ici quelques plans de cours suggérés :

##### ➤ Big Data

**Objectif :** The aim of this course is to introduce the Big Data movement and give an overview of Big Data architecture, such as Hadoop, HDFS, Map Reduce, and Hbase, and of the Big data management.

##### Plan:

**Unit 1:** Big Data Overview

**Unit 2:** Hadoop, MapReduce, and the Big Data

- Hadoop
- Hadoop Ecosystem: Hive, Hbase, Spark, etc
- HDFS
- MapReduce

**Unit 3:** The Big Data and the NoSql DataBases

- Wide Column Store / Column Families DataBases
- Document Store DataBases
- Key Value / Tuple Store DataBases
- Graph Databases

#### Unit 4 : NoSQL – case studies

- MongoDB,
- Cassandra

#### ➤ Pédagogie numérique & e-learning

**Objectif :** Au terme de ce cours l'étudiant devrait être capable :

- d'apporter des soutiens pédagogiques et techniques aux étudiants qui veulent réaliser un cours en e-learning.
- de mener une réflexion sur l'importance de la « pédagogie », en particulier dans le contexte de e-learning.
- de donner aux étudiants une idée sur la « pédagogie numérique ».
- de situer les grands courants des « Théories de l'apprentissage ».
- de se sensibiliser à un maximum de démarches pédagogiques et de techniques d'enseignement.
- de se familiariser à la définition et à l'utilisation des objectifs pédagogiques dans la création d'un cours et d'aborder une réflexion sur les rôles de l'évaluation.
- de choisir des procédures et techniques d'évaluation adaptées avec objectifs visés.
- de donner aux étudiants une idée sur les plateformes d'enseignement à distance et leurs fonctionnalités.
- de donner aux étudiants les connaissances fondamentales pour administrer un cours en ligne sur la plateforme Moodle.

#### Plan :

**Chapitre 1 :** La pédagogie

**Chapitre 2 :** Le E-learning et la pédagogie numérique

**Chapitre 3 :** Les plateformes d'enseignement à distance

**Chapitre 4 :** Moodle une plateforme pour l'enseignement à distance

**Chapitre 5 :** Le mini-projet : L'objectif du mini-projet est de mettre en pratique ce que les étudiants ont vu dans les cours « SSRP » et « PNEL ». Il s'agit de faire apprendre aux étudiants la conception et l'administration d'un espace de cours en utilisant deux plateformes : « moodle » et une autre. L'espace sera élaboré par un groupe d'étudiants qui seront assistés par leurs enseignants.

### 5- Examens et évaluation des connaissances

**5.1- Méthode d'évaluation et régime d'examens :** la modalité d'évaluation pour les 2 ECUE est le régime mixte.

**5.2 - Validation de l'UE** (préciser les poids des épreuves d'examens pour le calcul de la moyenne de l'ECUE, les coefficients des ECUE et le coefficient de l'UE au sein du parcours).

ECUE	Coef. de l'ECUE	Coef. de l'UE au sein du parcours
ECUE1	1.5	3
ECUE2	1.5	

# **Modules du mastère de recherche ISI**

## **Semestre 3**



# Fiche descriptive de l'unité d'enseignement UE11

## Intitulé de l'UE Systèmes évolués

Nombre de crédits : 6

Code UE : UE11

Université : Université de Tunis	Etablissement : ENSIT
Domaine de formation : Sciences et Technologies	Mention : Informatique
Diplôme et Parcours <i>Mastère de recherche en Informatique</i>	Semestre M2-Semestre 3

### 1- Objectifs de l'UE11 (Savoirs, aptitudes et compétences)

#### Objectif des cours :

- **Programmation parallèle et distribuée et Workflows** : l'objectif de ce cours est de rappeler les notions de parallélisme puis donner une classification des architectures parallèles et les fondements de la programmation parallèle et distribuée pour les systèmes évolués distribués large échelle et les grilles de calcul. De même, à l'issue de ce cours, les étudiants devraient être capable de positionner la technologie de workflow dans l'évolution des systèmes d'informations et du groupware (CSCW), Spécifier et concevoir un workflow avec ses différentes vues : processus, organisation, information et spécifier un workflow à l'aide de Réseaux de Petri de Haut Niveau.
- **Spécification et vérification formelle (use case : Big data)**: L'objectif de ce cours est d'introduire l'utilité de l'utilisation des méthodes formelles de spécification et des techniques et outils de vérification dans le cycle de développement d'un logiciel.

### 2- Pré-requis (définir les UE et les compétences indispensables pour suivre l'UE concernée)

Niveau Licence+ M1, Licence+Mastère professionnel ou Ingénieur

### 3- Eléments constitutifs de l'UE11 (Systèmes évolués)

Eléments constitutifs	Volume des heures de formation présentielles (14 semaines)				Crédits
	Cours	TD	TP	A distance	
<b>1- Programmation parallèle et distribuée et Workflow</b>	31.5			7	3
<b>2- Spécification et vérification formelle</b>	31.5			7	3
Total	63			14	6

### 4- Contenu (descriptifs et plans des cours)

#### ➤ ECUE1 : Programmation parallèle et distribuée et Workflow

**Objectif** : l'objectif de ce cours est de rappeler les notions de parallélisme puis donner une classification des architectures parallèles et les fondements de la programmation parallèle et distribuée pour les systèmes évolués distribués large échelle et les grilles de calcul. De même, à l'issue de ce cours, les étudiants devraient être capable de positionner la technologie de workflow dans l'évolution des systèmes d'informations et du groupware (CSCW), Spécifier et concevoir un workflow avec ses différentes vues : processus, organisation, information et Spécifier un workflow à l'aide de Réseauxde Petri de Haut Niveau

#### Plan

#### Partie 1 : Programmation parallèle et distribuée

Chapitre1. Programmation parallèle

- Motivation pour le parallélisme
  1. Amélioration de la technologie des composants
  2. Expression de calculs indépendants
- Parallélisme de conception
- Parallélisme de situation
- Amélioration de l'efficacité
- Quelques applications

**Chapitre 2. Le parallélisme : présentation générale**

- Principes généraux du parallélisme
- Mise en œuvre dans les systèmes informatiques
- Parallélisation de l'algorithme
- Les réseaux de processeurs
- L'architecture des systèmes multiprocesseurs : Les modes de fonctionnement : Les modes SISD, SIMD, MISD, MIMD

**Chapitre 3. Le calcul parallèle : Concepts et notations**

- Le concept de processus
- La synchronisation entre processus
- Modélisation de l'exécution parallèle
- Processus communiquant de façon synchrone et de façon asynchrone

**Chapitre 4. Coopération par partage d'information**

- Les sections critiques et l'exclusion mutuelle
- Les sémaphores
- Les régions critiques conditionnelles
- La notion de moniteur

**Partie 2 : Workflows**

**Chapitre 1. Introduction au workflow**

**Chapitre 2. Conception (des trois vues) d'un workflow**

**Chapitre 3. Description de workflow à l'aide de la notation BPMN**

**Chapitre 4 Spécification, Analyse et Simulation de workflow à l'aide des Réseaux de Petri**

**Chapitre 5. Workflow mining**

- découverte de processus à l'aide de l'algorithme alpha
- découverte de sociogramme

**Chapitre 6. Nouvelles perspectives**

- Workflow inter-organisationnel
- Processus Déontiques : représentation des modalités de permission, transgression, pénalités, comportements idéals et sous-idéals, relation d'ordre entre les comportements
- Processus Adaptatifs et Flexibles : par conception, par déviation, par sous-spécification et par changement.

**Travaux Pratiques**

Outil de conception et de simulation de BPMN : Bizagi

Système de Gestion de Workflow : YAWL ou BONITA

Simulateur de Réseaux de Petri : TINA

Outils de workflow Mining : PROM

➤ **ECUE2 : Spécification et vérification formelle (use case : big data)**

**Objectif :** L'objectif de ce cours est d'introduire l'utilité de l'utilisation des méthodes formelles de spécification et des techniques et outils de vérification dans le cycle de développement d'un logiciel.

**Plan**

**Chapitre 1 : Introduction à la Spécification et à la vérification**

- Pourquoi Spécifier ?
- Spécification Formelle

- Pourquoi Vérifier ?
- Vérification Formelle
- Méthodes de spécification formelles, semi formelles et duales
- Techniques de vérification formelles (model checking et preuve de théorèmes)
- Chapitre 2 : Vérification par preuve de théorèmes (Exemple la méthode EventB)**
  - Présentation de la méthode EventB
  - Description et Vérification de propriétés dans le EventB
- Chapitre 3 : Vérification par modèles (model checking)**
  - Modélisation des systèmes par les automates (systèmes Etats/transitions)
  - Logiques temporelles ( LTL, CTL, CTL\*)
- Chapitre 4 : CTL Model Checking**
  - Model checking symbolique
  - Model checking par marquage
- Chapitre 5 : LTL Model Checking**
  - Automate de Büch
  - Synchronisation d'automates
- Chapitre 6 : Intégration de méthodes formelles et semi formelles**
  - Exemple1 : Transformation B – UML pour documenter le formel
  - Exemple2 Transformation UML/OCL – CTL Model Checking pour formaliser l'informe
  - Exemple3 Transformation UML– B pour formaliser l'informel

## 5- Examens et évaluation des connaissances

**5.1- Méthode d'évaluation et régime d'examens :** La modalité d'évaluation est contrôle continu pour ECUE1 et régime mixte pour ECUE2.

**5.2 - Validation de l'UE** (préciser les poids des épreuves d'examens pour le calcul de la moyenne de l'ECUE, les coefficients des ECUE et le coefficient de l'UE au sein du parcours).

ECUE	Coef. de l'ECUE	Coef. de l'UE11 au sein du parcours
ECUE1	1.5	3
ECUE2	1.5	

## Fiche descriptive de l'unité d'enseignement UE12

<b>Intitulé de l'UE</b> <b>Data Intelligence</b>
---

Nombre de crédits : 4
-----------------------

Code UE : UE12
----------------

Université: Université de Tunis	Etablissement : ENSIT
Domaine de formation : Sciences et Technologies	Mention: Informatique
Diplôme et Parcours <i>Mastère de recherche en Informatique</i>	Semestre M2-Semestre 3

### 1- Objectifs de l'UE12 (Savoirs, aptitudes et compétences)

#### Objectif des cours :

- **Pattern recognition (use case : OCR & Document analysis)** : ce cours consiste à étudier les modèles et les techniques de reconnaissance et d'analyse de documents : partant d'un média (généralement du papier), il s'agit de retrouver le contenu et sa sémantique, et de le coder pour un usage informatique ; et identifier les composantes textuelles et non textuelles du document, séparer les médias, reconstituer la mise en page ainsi que la structure logique. Ces informations seront exploitées dans les différentes plates formes de gestion électronique de documents pour l'indexation, l'archivage et la recherche d'information pertinente dans les documents. Les documents considérés sont de différents types, contenant du texte imprimé composite et des images (articles scientifiques, journaux, magazines, catalogues de bibliothèques, etc.).
- **Soft Computing** : Ce cours a pour objectifs de modéliser les problèmes difficiles d'optimisation combinatoires, comprendre les limites des méthodes de résolution exactes dont quelques-unes rencontrées dans les cours de Recherche Opérationnelle, se familiariser avec les heuristiques amélioratives ou par voisinage, se familiariser avec quelques techniques avancées d'optimisation comme : le Recuit Simulé, la Recherche Tabou, les Algorithmes Génétiques et l'Optimisation par Essais Particulaires.

### 2- Pré-requis (définir les UE et les compétences indispensables pour suivre l'UE concernée)

Niveau Licence+ M1, Licence+Mastère professionnel ou Ingénieur
--

### 3- Eléments constitutifs de l'UE12 (Data Intelligence)

Eléments constitutifs	Volume des heures de formation présentielles (14 semaines)				Crédits
	Cours	TD	TP	A distance	
1- Pattern recognition (use case: OCR & Document analysis)	21			5	2
3- Soft Computing	21			5	2
Total	42			10	4

#### 4- Contenu (descriptifs et plans des cours)

##### ➤ ECUE1 : Pattern Recognition (use case : OCR & Document Analysis)

**Objectif :** Ce cours consiste à étudier les modèles et les techniques de reconnaissance et d'analyse de documents : partant d'un média (généralement du papier), il s'agit de retrouver le contenu et sa sémantique, et de le coder pour un usage informatique ; et identifier les composantes textuelles et non textuelles du document, séparer les médias, reconstituer la mise en page ainsi que la structure logique.

#### Plan

**Chapitre 1 :** Introduction au domaine de l'analyse et la reconnaissance de documents

**Chapitre 2 :** Numérisation

**Chapitre 3 :** Compression de données

**Chapitre 4 :** Prétraitements

- Transformations géométriques
- Filtrage
- Binarisation

**Chapitre 5 :** Analyse d'image du document

- Analyse d'images dans le domaine spatial
- Analyse d'images dans le domaine fréquentiel

**Chapitre 6 :** Segmentation

- Segmentation d'images de documents
  - Méthodes descendantes
  - Méthodes ascendantes
- Extraction de composantes connexes
- Extraction de lignes
  - Lignes de base de mots
  - Lignes d'écriture

**Chapitre 7 :** Reconnaissance de l'écriture

- Extraction des primitives
- Apprentissage
- Reconnaissance

##### ➤ ECUE3 : Soft Computing

**Objectif :** Ce cours a pour objectifs de :

- modéliser les problèmes difficiles d'optimisation combinatoires,
- comprendre les limites des méthodes de résolution exactes dont quelques-unes rencontrées dans les cours de Recherche Opérationnelle,
- se familiariser avec les heuristiques amélioratives ou par voisinage, se familiariser avec quelques techniques avancées d'optimisation comme : le Recuit Simulé, la Recherche Tabou, les Algorithmes Génétiques et l'Optimisation par Essaims Particulaires.

#### Plan

Chapitre 1 : les problèmes d'optimisation combinatoires :

- Exemples de problèmes : ordonnancement (flowshop, jobshop flexible), problème du voyageur de commerce, problème de tournée des véhicules, gestion de projets, configuration de réseaux, etc.
- Formulation mathématique : alternatives, contraintes et critères (programmes linéaires, etc.)
- Evaluation de la taille des espaces de recherche (exponentiel)

Chapitre 2 : méthodes de résolution

- Méthodes exactes : recherche en profondeur d'abord/ largeur, Branch & Bound

- Méthodes approchées : heuristiques de construction (gloutonnes), heuristiques par voisinage (recherche locale/hill climbing)

Chapitre 3 : Métaheuristiques à solution unique

- Recuit simulé
- Recherche taboue

Chapitre 4 : Algorithmes génétiques

- Origine
- Codage des chromosomes
- Opérateurs de sélection : Roulette, déterministe, ranking, par les restes
- Opérateurs de croisement : un point/ multi-point, OX, PMX
- Opérateurs de mutation

Chapitre 5 : Algorithme d'optimisation par Essaims Particulaires

- Origine
- Principe générale : modélisation du vecteur position, vecteur vitesse, voisinage, déplacement
- Application au problème du Voyageur de Commerce
- Application au problème d'ordonnancement de jobshop flexible
- OEP adaptatif : Tribes

Toutes les méthodes ont été appliqués sur divers problèmes (problème voyageur de commerce, tournées de véhicules, sac à dos, affectation de tâches, ordonnancement, etc.)

**5- Examens et évaluation des connaissances**

**5.1- Méthode d'évaluation et régime d'examens :** la modalité d'évaluation est régime mixte pour ECUE1 et ECUE2.

**5.2 - Validation de l'UE** (préciser les poids des épreuves d'examens pour le calcul de la moyenne de l'ECUE, les coefficients des ECUE et le coefficient de l'UE au sein du parcours).

ECUE	Coef. de l'ECUE	Coef. de l'UE au sein du parcours
ECUE1	1	2
ECUE2	1	

## Fiche descriptive de l'unité d'enseignement UE13

<b><u>Intitulé de l'UE</u></b> <b>Applications Intelligentes</b>
---

<b>Nombre de crédits : 6</b>
------------------------------

<b>Code UE : UE13</b>
-----------------------

<b>Université : Université de Tunis</b>	<b>Etablissement : ENSIT</b>
<b>Domaine de formation : Sciences et Technologies</b>	<b>Mention : Informatique</b>
<b>Diplôme et Parcours</b> <i>Mastère de recherche en Informatique</i>	<b>Semestre</b> <b>M2-Semestre 3</b>

### 1- Objectifs de l'UE13 (Savoirs, aptitudes et compétences)

#### Objectif des cours :

- **Machine Learning Avancée** : Le but de ce module est d'approfondir les connaissances théoriques et pratiques en Machine Learning pour le traitement des données. Le cours aborde d'abord les méthodes de représentation de données multidimensionnelles et les méthodes de "clustering", de discrimination ou classification. Ensuite il enchaîne avec les nouvelles technologies du deep learning.
- **Internet of Things** : Ce cours a pour objectif de comprendre les concepts liés à l'Internet of Things en termes d'applications, technologies de communication, programmation de capteurs et de sensibiliser aux axes de recherche dans ce domaine.

### 2- Pré-requis (définir les UE et les compétences indispensables pour suivre l'UE concernée)

<b>Niveau</b> Licence+ M1, Licence+Mastère professionnel ou Ingénieur
---

### 3- Eléments constitutifs de l'UE13 (Applications intelligentes)

Eléments constitutifs	Volume des heures de formation présentielle (14 semaines)				Crédits
	Cours	TD	TP	A distance	
<b>1- Machine Learning Avancées</b>	31.5			7	3
<b>2- Internet of Things</b>	31.5			7	3
Total	63			14	6

#### 4- Contenu (descriptifs et plans des cours)

##### ➤ ECUE1 : Machine Learning Avancée

**Objectif :** Le but de ce module est d'approfondir les connaissances théoriques et pratiques en Machine Learning pour le traitement des données. Le cours aborde d'abord les méthodes de représentation de données multidimensionnelles et les méthodes de "clustering", de discrimination ou classification. Ensuite il enchaîne avec les nouvelles technologies du deep learning. A l'issue de ce cours, l'étudiant va apprendre à utiliser les plateformes Anaconda, Google Colab. maîtriser les environnements de développement IA : Tensorflow, PyTorch  
Maîtriser la programmation IA à travers le développement de solutions :

- Machine Learning: SVM (linear and nonlinear), Decision Tree, Logistic Regression, Linear and nonlinear Regression, KNN, K-Means, DBScan, Spectral Clustering.
- Deep Learning:
  - Object Detection problems (Yolo, RCNN, Fast RCNN).
  - CNN + Transfer Learning.
  - Reinforcement Learning (Deep Q-Learning).
  - Recurrent Neural Network.

#### Plan

##### Partie 1 : Machine Learning :

- SVM, Decision Tree.
- Logistic Regression.
- Linear and Non-Linear Regression.
- KNN, K-Means, DBScan, Spectral Clustering, GMM.

##### Partie 2 : Deep Learning

- Gradient Descent (SGD, Mini Batch GD, Batch GD), Vanishing & Exploding problems.
- ANN and Perceptron.
- CNN + Transfer Learning.
- Object Detection problem (Yolo, RCNN, Fast RCNN)
- Reinforcement Learning (Deep Q-Learning)
- Recurrent Neural Network + LSTM

##### ➤ ECUE2 : Internet of Things

**Objectif** l'objectif de ce cours est de présenter les applications IoT, les modèles IoT, les réseaux de communication courte et longue distance pour l'IoT. De même, l'objectif de ce cours est de sensibiliser les étudiants à la programmation des microcontrôleurs.

#### Plan

##### Chapitre 1: Les Applications IoT

- La maison intelligente
- Le Transport intelligent
- Les vêtements connectés
- La médecine intelligente
- La ferme intelligente, etc.

##### Chapitre 2 : Les architectures et modèles IoT

- Architectures IoT
- Modèle device to device
- Modèle Device to Gateway



- Modèle Device to cloud

**Chapitre 3:** Les Technologies de communication

- Technologies de communication courte distance
- 6LowPan
- Technologies de communication Longue distance

**Chapitre 4:** IoT et système embarqué

- Convergence du système embarqué à l'objet connecté
- Solutions / plateformes technologiques d'IoT : familles de systèmes embarqués de développement des objets connectés

**Chapitre 5 :** Programmation sur microcontrôleurs : plateforme ARDUINO

- Cartes programmables à base de microcontrôleurs
- Réalisation d'objets connectés sur la plateforme ARDUINO

**Chapitre 6 :** Programmation multitâche basée sur les OS orienté IoT : freeRTOS

**5- Examens et évaluation des connaissances**

**5.1- Méthode d'évaluation et régime d'examens :** la modalité d'évaluation est régime contrôle continu pour ECUE1, ECUE2.

**5.2 - Validation de l'UE** (préciser les poids des épreuves d'examens pour le calcul de la moyenne de l'ECUE, les coefficients des ECUE et le coefficient de l'UE au sein du parcours).

ECUE	Coef. de l'ECUE	Coef. de l'UE au sein du parcours
ECUE1	1,5	3
ECUE2	1.5	

## Fiche descriptive de l'unité d'enseignement UE14

<b>Intitulé de l'UE</b> <b>Services réseaux intelligents</b>
---

<b>Nombre de crédits : 5</b>
------------------------------

<b>Code UE : UE14</b>
-----------------------

<b>Université : Université de Tunis</b>	<b>Etablissement : ENSIT</b>
<b>Domaine de formation : Sciences et Technologies</b>	<b>Mention : Informatique</b>
<b>Diplôme et Parcours</b> <i>Mastère de recherche en Informatique</i>	<b>Semestre</b> <b>M2-Semestre 3</b>

### 1. Objectifs de l'UE13 (Savoirs, aptitudes et compétences)

#### Objectif des cours :

- **Technologies avancées de réseaux** : l'objectif de ce cours est de présenter les réseaux de communication sans fil et de sensibiliser aux réseaux du futur (5G, etc) et de leurs axes de recherche.
- **Enhanced learning environment (Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain (EIAH))**: A l'issue de ce module d'enseignement, l'étudiant(e) sera capable de:
  - Comprendre l'ensemble des concepts de base sous-jacents aux environnements informatiques pour l'apprentissage humain.
  - Connaître l'évolution de l'apprentissage dans les EIAHs.
  - Découvrir les systèmes tutoriels intelligents (STI)
  - Connaître l'importance de la modélisation intentionnelle des processus éducatifs (STI)
  - Découvrir l'apprentissage ubiquitaire sensible au contexte et à la situation
  - Comprendre le guidage et la recommandation des services d'apprentissage dans les EIAHs
  - Découvrir les besoins des apprenants avec handicaps sensoriels
  - Comprendre le guidage accessible et sensible à la situation d'apprentissage ubiquitaire
  - Mettre en pratique les concepts théoriques à travers des simulations et des cas d'application.
  - Connaître les nouveaux axes de recherche

### 2- Pré-requis (définir les UE et les compétences indispensables pour suivre l'UE concernée)

<b>Niveau</b> Licence+ M1, Licence+Mastère professionnel ou Ingénieur
---

### 3- Eléments constitutifs de l'UE13 (Services réseaux intelligents)

Eléments constitutifs	Volume des heures de formation présentielles (14 semaines)				Crédits
	Cours	TD	TP	A distance	
<b>1- Technologies avancées des réseaux</b>	31.5			7	3
<b>2- Environnement Informatique pour l'Apprentissage Humain (EIAH)</b>	21			5	2
Total	52.5			12	5

#### 4- Contenu (descriptifs et plans des cours)

##### a. **ECUE1 : Technologies avancées des réseaux**

**Objectif** l'objectif de ce cours est de présenter les réseaux de communication sans fil et de sensibiliser aux réseaux du futur (5G, etc) et de leurs axes de recherche.

##### **Plan**

**Chapitre 1:** Les réseaux 802.11 avec Infrastructure

- Couche physique
- Méthode d'accès : CSMA/CA, RTS/CTS

**Chapitre 2:** La Sécurité du 802.11

- Le protocole WEP (Wired Equivalence Privacy)
- Insuffisances du WEP
- La norme 802.11i

**Chapitre 3:** Les réseaux 802.11 ad-hoc

- Infrastructure
- Routage ad-hoc :OLSR, DSR, etc
- Sécurité

**Chapitre 4:** Le réseau cellulaire 5G

- Architecture 5G
- Système MIMO massif
- Communication Device to Device D2D

**Chapitre 5 :** Sous forme d'exposés

- Le véhicule connecté
- La Blockchain
- Les réseaux programmables et la virtualisation
- etc

##### b. **ECUE2 : Environnement informatique pour l'apprentissage Humain**

**Objectifs :** A l'issue de ce module d'enseignement, l'étudiant(e) sera capable de :

- Comprendre l'ensemble des concepts de base sous-jacents aux environnements informatiques pour l'apprentissage humain.
- Connaître l'évolution de l'apprentissage dans les EIAHs.
- Découvrir les systèmes tutoriels intelligents (STI)
- Connaître l'importance de la modélisation intentionnelle des processus éducatifs (STI)
- Découvrir l'apprentissage ubiquitaire sensible au contexte et à la situation
- Comprendre le guidage et la recommandation des services d'apprentissage dans les EIAHs
- Découvrir les besoins des apprenants avec handicaps sensoriels
- Comprendre le guidage accessible et sensible à la situation d'apprentissage ubiquitaire
- Mettre en pratique les concepts théoriques à travers des simulations et des cas d'application.
- Connaître les nouveaux axes de recherche

##### **Plan**

- EIAH
  - définition,
  - Principes et modèles fondateurs,
  - Historique du domaine de recherche
  - Typologie des EIAHs
- Evolution de l'apprentissage
- Les systèmes tutoriels intelligents

- Modélisation intentionnelle des processus éducatifs dans les STIs
- Guidage des processus éducatifs dans les STIs
- Les systèmes d'apprentissage ubiquitaire
- Conscience de la situation d'apprentissage ubiquitaire
- Sensibilité au contexte et à la situation
- Recommandation de services sensible à la situation d'apprentissage ubiquitaire
- Guidage accessible et sensible à la situation d'apprentissage ubiquitaire des apprenants avec handicaps sensoriels
- Questions de recherche et topics.

## 5- Examens et évaluation des connaissances

**5.1- Méthode d'évaluation et régime d'examens :** la modalité d'évaluation est régime mixte pour ECUE1 et ECUE2 .

**5.2 - Validation de l'UE** (préciser les poids des épreuves d'examens pour le calcul de la moyenne de l'ECUE, les coefficients des ECUE et le coefficient de l'UE au sein du parcours).

<b>ECUE</b>	<b>Coef. de l'ECUE</b>	<b>Coef. de l'UE au sein du parcours</b>
<b>ECUE1</b>	1,5	2,5
<b>ECUE2</b>	1	

## Fiche descriptive de l'unité d'enseignement UE15

**Intitulé de l'UE**  
**Unité transversale**  
**Formation avancée à la recherche**

Nombre de crédits : 4

Code UE : UE15

<b>Université : Université de Tunis</b>	<b>Etablissement : ENSIT</b>
<b>Domaine de formation : Sciences et Technologies</b>	<b>Mention : Informatique</b>
<b>Diplôme et Parcours</b> <i>Mastère de recherche en Informatique</i>	<b>Semestre</b> <b>M2-Semestre 3</b>

### 1- Objectifs de l'UE15 (Savoirs, aptitudes et compétences)

#### Objectif des cours :

- **Méthodologies et techniques de recherche et Anglais :** L'objectif de ce cours est d'apprendre à faire une recherche bibliographique à travers l'exploitation de bases de données, des sites Internet spécialisés. Il permet à l'étudiant d'exploiter les bibliothèques de logiciels et de codes de calcul scientifique disponibles pour le traitement et la résolution des problèmes spécifiques
- **Séminaire de recherche :** Programmer des séminaires animés par différents chercheurs pour exposer leurs travaux et présenter aux étudiants leurs domaines de recherche dans l'objectif de proposer des stages de mastères de recherche par la suite.

### 2- Pré-requis (définir les UE et les compétences indispensables pour suivre l'UE concernée)

**Niveau** Licence+ M1 ou Ingénieur

### 3- Eléments constitutifs de l'UE15 (Formation avancée à la recherche)

Eléments constitutifs	Volume des heures de formation présentielles (14 semaines)				Crédits
	Cours	TD	TP	A distance	
<b>1- Méthodologies, techniques de recherche et anglais</b>	31.5			7	3
<b>2- Séminaire de recherche</b>	10.5				1
Total	42			7	4

### 4- Contenu (descriptifs et plans des cours)

➤ **ECUE1 : Méthodologies et techniques de recherche et Anglais**

**Objectif :** L'objectif de ce cours est d'apprendre à faire une recherche bibliographique à travers l'exploitation de bases de données, des sites Internet spécialisés. Il permet à l'étudiant d'exploiter les bibliothèques de logiciels et de codes de calcul scientifique disponibles pour le traitement et la résolution des problèmes spécifiques

#### Plan :

**Chapitre 1 :** Introduire et explorer les ressources pédagogiques

- Evaluation des connaissances
- Exploration des ressources

**Chapitre 2 :** Connaître les sources d'information

- Les sources factuelles
- Les sources bibliographiques
- Les guides bibliographiques
- Evaluation de l'information : Les critères de pertinence et Les critères de qualité

**Chapitre 3 :** Découvrir les techniques de recherche

- Les techniques de recherche
- La recherche en ligne

**Chapitre 4 :** Citer les sources

- Le droit d'auteur
- Les œuvres protégées et non protégées
- Utilisation des sources : Le plagiat
- Les risques, les autorisations, les références bibliographiques

**Chapitre 5 :** Elaborer une bibliographie

- Les bibliographies : définition, typologies, classements, normes
- Les bibliographies papier
- Les bibliographies électroniques
- En savoir plus : les citations, les notes, les abréviations

**Chapitre 6 :** Présenter les travaux et réaliser une veille informationnelle

- Présentation des travaux
- La veille informationnelle

**5- Examens et évaluation des connaissances**

**5.1- Méthode d'évaluation et régime d'examens :** la modalité d'évaluation pour les 2 ECUE est le contrôle continu.

**5.2 - Validation de l'UE** (préciser les poids des épreuves d'examens pour le calcul de la moyenne de l'ECUE, les coefficients des ECUE et le coefficient de l'UE au sein du parcours).

<b>ECUE</b>	<b>Coef. de l'ECUE</b>	<b>Coef. de l'UE au sein du parcours</b>
<b>ECUE1</b>	1.5	2
<b>ECUE2</b>	0.5	

## Fiche descriptive de l'unité d'enseignement UE16

<b><u>Intitulé de l'UE</u></b> <b>Unité optionnelle</b>
--

<b>Nombre de crédits : 5</b>
------------------------------

<b>Code UE : UE16</b>
-----------------------

<b>Université : Université de Tunis</b>	<b>Etablissement : ENSIT</b>
<b>Domaine de formation : Sciences et Technologies</b>	<b>Mention : Informatique</b>
<b>Diplôme et Parcours</b> <i>Mastère de recherche en Informatique</i>	<b>Semestre</b> <b>M2-Semestre 3</b>

### 1- Objectifs de l'UE16 (Savoirs, aptitudes et compétences)

**Objectif:**

- Choisir 2 matières parmi une liste de matières optionnelles proposées comme complément aux modules des unités d'enseignement fondamentales pour s'approfondir plus dans l'un des domaines de recherche possibles.

### 2- Pré-requis (définir les UE et les compétences indispensables pour suivre l'UE concernée)

<b>Niveau</b> Licence+ M1 ou Ingénieur
--

### 3- Eléments constitutifs de l'UE16 (unité optionnelle)

Eléments constitutifs	Volume des heures de formation présentielles (14 semaines)				Crédits
	Cours	TD	TP	A distance	
<b>1- ECUE 1</b>	21			5	3
<b>2- ECUE 2</b>	21			5	2
<b>Total</b>	42			10	5

### 4- Contenu (descriptifs et plans des cours)

Nous proposons ici quelques plans de cours suggérés :

➤ **Traitement avancé d'images**

**Objectif:** Maitriser les outils de traitement et manipulation de l'image numérique sur un niveau bas pour son dé-bruitage, rehaussement etcet sur un niveau haut à savoir sa modélisation, le traitement mathématique pour l'extraction de paramètres discriminatifs..etc.

**Plan**

**Chapitre 1:** Perception visuelle :

- Introduction,
- Eléments de perception visuelle,
- Synthèse additive et soustractive,
- La lumière,
- Vision par ordinateur

**Chapitre 2** Les images numériques et transformés non conventionnelles :

- Rappel des formats d'images,

- Le codage images couleurs,
- Plans de représentations des images,
- Facteur GAMMA
- Loi de WEBER, Perception non linéaire des intensités dans une image

**Chapitre 3** Distribution non linéaire des canaux RVB et sensibilité humaine vers ces canaux :

- Sélection de couleurs,
- TCD et ses applications,
- TOD et ses applications,
- WAT et ses applications

**Chapitre 4** Filtrage :

- Filtrage spatial et spectral, filtre, Notion de bruit, Lissage- - accentuation- - tramage,
- Filtrage statique, Filtrage anisotropique, Filtrage dynamique,
- Filtrage supervisé par des systèmes intelligents

**Chapitre 5** Génération des attributs et classification des images

**Chapitre 6** Détection des défauts et contrôle qualité

**Chapitre 7** Compression d'image :

- Pourquoi compresser les données,
- Caractéristiques de la compression
- Différentes techniques de compressions et leurs méthodes, compression LZW, RLE, Semi adaptative et non adaptative compression logiques, Symétrique et asymétrique, Huffman, JPEG, MPEG, etc.

**Chapitre 8** Morphologies mathématiques :

- Eléments structurant,
- Définition des fonctions mathématiques de structuration,
- Fonction de traitements et de rehaussement.

➤ **Les Bases de données NoSQL : Enjeux et solutions**

**Objectif :** Ce cours vise à présenter les concepts fondamentaux des bases de données NoSQL et transmettre aux étudiants des connaissances théoriques et pratiques sur les systèmes NoSQL les plus populaires MongoDB, Cassandra et Redis. Il permet également d'explorer les axes de recherche relatifs à ces bases de données.

**Plan**

**Cours**

**Chapitre I** : Les bases de données NoSQL : Contexte et Motivations

**Chapitre II** : Les bases de données NoSQL : Concepts et Types

**Chapitre III** : Base de données orientée documents : MongoDB

**Chapitre IV** : Base de données orientée colonnes : Cassandra

**Chapitre V** : Base de données orientée clé-valeur : Redis

**Chapitre VI** : Les axes de recherche

**Travaux pratiques**

**TP1- Création et manipulation de la BD MongoDB**

**TP2- Interrogation de la BD MongoDB**

**TP3- Création et manipulation de la BD Cassandra**

**TP4- Interrogation de la BD Cassandra**

**TP5- Création, manipulation et interrogation de la BD Redis**



### ➤ Sécurité Multimédia

**Objectif :** le cours passe en revue les techniques de sécurisation du contenu multimédia et plus particulièrement la technique de tatouage

#### Plan

##### Chapitre 1: La Multimédia et les Enjeux de Sécurité

- Introduction
- Sécurité MULTIMEDIA
- Mise en œuvre des techniques de sécurité multimédia
- Techniques de sécurisation Multimédia

##### Chapitre 2 : La Sténographie

- Introduction
- Techniques récentes de steganographie
- Limite des techniques de la sténographie

##### Chapitre 3 : La Cryptologie

- Historique
- Introduction
- Cryptologies
- Techniques de cryptage

##### Chapitre 4 : Tatouage Multimédia

- Introduction
- Limite de la sténographie et du cryptage
- Tatouage pour la sécurité : définition et application
- Mise en œuvre des techniques de tatouage

### ➤ Capteurs Intelligents

#### Objectifs :

- Comprendre le concept d'un système d'adaptation d'un capteur à son environnement industriel.
- Faire un choix approprié d'un capteur industriel.
- Acquérir des connaissances sur la conception d'un capteur intelligent :
  - Choix et étude des différents circuits électroniques constituant un capteur intelligents.
  - Application et utilisation des capteurs intelligents dans des domaines industriels spécifiés.
- Avoir l'habilité d'installer un capteur intelligent.

#### Plan

##### Chapitre 1 : Structure d'un capteur intelligent

##### Chapitre 2 : Caractéristiques dynamiques des capteurs

- Les fonctions assumées par le conditionnement d'un signal
- Conditionnement des capteurs générateurs de tension
- Conditionnement des capteurs générateurs de courant
- Conditionnement des capteurs générateurs de charge
- Conditionnement des capteurs résistifs
- Conditionnement des capteurs inductifs et capacitifs
- Extraction de l'information d'un signal par utilisation de la détection synchrone
- Solutions pour milieux fortement perturbés

##### Chapitre 3 : Structure d'un système de capteur à corps d'épreuve.

**Chapitre 4 :** Structure d'une chaîne de mesure pour capteur intelligent.

- Généralités sur la chaîne d'acquisition des données
- Numération d'un signal
- Filtrage numérique
- Modulation et démodulation et transmission de données (Téléométrie).

**Chapitre 5 :** Fonctionnalités d'un capteur intelligent

- Fonctionnalités métrologiques
- Structure d'un capteur intelligent
- Application des capteurs intelligents
- Mise en œuvre d'une chaîne d'acquisition pour capteurs intelligents.

**5- Examens et évaluation des connaissances**

**5.1- Méthode d'évaluation et régime d'examens :** la modalité d'évaluation pour les 2 ECUE est le régime mixte ou le contrôle continu.

**5.2 - Validation de l'UE** (préciser les poids des épreuves d'examens pour le calcul de la moyenne de l'ECUE, les coefficients des ECUE et le coefficient de l'UE au sein du parcours).

ECUE	Coef. de l'ECUE	Coef. de l'UE au sein du parcours
ECUE1	1.5	2.5
ECUE2	1	

# **Modules du mastère de recherche ISI**

## **Semestre 4**

## Fiche descriptive de l'UE17

<b><u>Intitulé de l'UE</u></b> <b>Stage de recherche</b>
---

<b>Nombre de crédits : 30</b>
-------------------------------

<b>Code UE : UE17</b>
-----------------------

<b>Université : Université de Tunis</b>
---

<b>Etablissement : ENSIT</b>
------------------------------

<b>Domaine de formation : Sciences et Technologies</b>
--

<b>Mention: Informatique</b>
------------------------------

<b>Diplôme et Parcours</b> <b>Mastère de recherche en Informatique</b>
---

<b>Semestre</b> <b>M2-Semestre 4</b>
---

### 1- Objectifs de l'UE17 (Savoirs, aptitudes et compétences)

L'objectif est de préparer un mémoire de recherche sous la responsabilité scientifique d'un enseignant universitaire ayant ou pouvant avoir la qualité pour diriger la préparation des mémoires de mastère de recherche, au sein d'une équipe, d'un centre ou d'un laboratoire de recherche, associés au mastère.
---

### 2- Pré-requis (définir les UE et les compétences indispensables pour suivre l'UE concernée)

<b>Niveau ingénieur ou M1</b> avec réussite du semestre 3
---

### 3- Eléments constitutifs de l'UE17

**Activité pratique : Stage de recherche**

### 4- Examens et évaluation des connaissances : soutenance devant un jury

# **Annexe A**

## **Contenus des Unités d'Enseignement du Tronc Commun du Mastère de Recherche**

## Descriptifs des Eléments Constitutifs du 1<sup>er</sup> Semestre

### MR-TCIS1.1 : Programmation et IA

#### Objectifs

Le but de ce cours est d'introduire le paradigme de la programmation déclarative qui consiste à énoncer les propriétés d'un système de résolution -programme- (à les déclarer) plutôt qu'à décrire les opérations à effectuer comme dans le cas de la programmation impérative. Elle permet de séparer clairement les trois parties d'un logiciel :

- les connaissances sur le domaine d'application
- la formulation du problème à résoudre
- le mécanisme de résolution du problème, général et indépendant des deux autres parties bien qu'opérant sur elles.

Comme représentants de la programmation déclarative, nous étudions la programmation logique (e.g., Prolog) et la programmation fonctionnelle (e.g., Caml, Lisp). Programmer dans ce style permet à l'étudiant de s'initier à une autre façon d'appréhender l'activité de programmation. En effet, le programmeur décrit le problème qu'il veut résoudre en termes de déclarations sans se soucier de la manière avec laquelle son programme sera évalué. Cette tâche est laissée à la charge du système. Il n'y a pas d'affectation. Des mécanismes d'unification (programmation logique) ou de filtrage (programmation fonctionnelle) sont mis en œuvre. La programmation logique mène naturellement à la programmation logique par contraintes (puissance et efficacité d'algorithmes de résolution sur les domaines finis).

#### Plan du cours

##### Chapitre I : Programmation logique

- I.1-Introduction à la programmation logique
- I.2-Bases du langage Prolog
- I.3-Résolution en Prolog
- I.4-Extensions du langage Prolog
- I.5-Les listes en Prolog
- I.6-Problèmes de satisfaction de contraintes (Domaines finis)
- I.7Résolution d'un problème de satisfaction de contraintes

##### Chapitre II : programmation fonctionnelle (basée sur Caml)

- II.1-Introduction à la programmation fonctionnelle
- II.2- Bases du langage Caml
- I.3- Sémantique de la programmation fonctionnelle

### MR-TCIS1.2 : Algorithmique et complexité

#### Objectif

La complexité et la taille sans cesse croissantes des problèmes se posant dans les sciences appliquées a conduit, en particulier, à une évolution continue des architectures et des performances des ordinateurs, ainsi qu'à l'avènement d'une véritable technologie de *génie algorithmique* (GA). Le GA (terminologie datant de 1997), discipline de l'Informatique étroitement liée au Génie logiciel et alliant la théorie à la pratique, s'intéresse à la conception, l'analyse, l'implémentation (robuste), l'ajustement et l'adaptation, le débogage et l'évaluation expérimentale d'algorithmes et de programmes (efficaces) de résolution de problèmes (de grande taille) provenant du monde réel. Il fournit des méthodologies ainsi que des outils pour le développement de codes algorithmiques efficaces et vise l'intégration ainsi que le renforcement des approches théoriques traditionnelles de conception et d'analyse d'algorithmes. Ce module, s'intéressant à certains des multiples aspects du GA, consiste en (i) une présentation d'une approche systématique d'évaluation de performances d'algorithmes, (ii) une description comparative de paradigmes

et techniques avancées de conception d'algorithmes et (iii) une analyse des principales méthodes d'approximation (heuristiques) pour la résolution de problèmes durs.

#### Plan sommaire

1. Métriques d'évaluation de la complexité
2. 'Benchmarking' d'algorithmes
3. Algorithmes polyédriques
4. Paradigmes de conception d'algorithmes
5. Complexité et classification de problèmes
6. Algorithmes d'approximation pour problèmes durs

#### Références

- [1] B. Ben Mabrouk, *Application de la Programmation Dynamique Parallèle pour la Résolution de Problèmes d'Optimisation Combinatoire*, Thèse de Doctorat, UTM-FST, 2016.
- [2] T. Cormen & al., *Algorithmique*, Dunod, 2010 (3ème édition)
- [3] J. Dréo, A. Pétrowski, P. Siarry & E. Taillard, *Métaheuristiques pour l'Optimisation Difficile*, Eyrolles, 2003.
- [4] S.M. Sait & H. Youssef, *Iterative Computer Algorithms with Applications*, IEEE C.S, 1999.
- [5] S.S. Skiena, *The Algorithm Design Manual*, Springer, 2nd edition, 2008.
- [6] [www.cs.ucsb.edu/~suri/cs130b/NewDivConquer.pdf](http://www.cs.ucsb.edu/~suri/cs130b/NewDivConquer.pdf)
- [7] [www.cs.ucsb.edu/~suri/cs130b/NewDynProg.pdf](http://www.cs.ucsb.edu/~suri/cs130b/NewDynProg.pdf)
- [8] [www.cs.ucsb.edu/~suri/cs130b/NewApprox.pdf](http://www.cs.ucsb.edu/~suri/cs130b/NewApprox.pdf)
- [9] <http://www-cs-faculty.stanford.edu/~uno/> (page de D. Knuth)
- [10] <http://www.algorithm-engineering.de/?language=en>
- [11] <http://www.top500.org>
- [12] <http://www.almeshkat.net/books/open.php?cat=14&book=2980>

### MR-TCIS1.3 : Architectures et systèmes évolués

#### Plan du cours

##### I. Architectures des systèmes distribués

1. Introduction aux systèmes répartis
2. Caractéristiques et propriétés des systèmes répartis
3. Middleware
4. Modèles de répartition (Client/serveur, Communication par message, Publish/Subscribe)
5. Patrons de conception (Proxy, Fabrique, Wrapper, Intercepteur)

##### II. Cloud Computing

1. Introduction (Historique)
2. Définition
3. Caractéristiques du Cloud
4. Approvisionnement des ressources dans le Cloud
5. Virtualisation
6. Modèles de services (IaaS, PaaS, SaaS)
7. Modèles de déploiement (Public, Privé (interne et externe), Hybride)
8. Architecture conceptuelle de référence

##### III. Environnement Cloud

1. OpenStack
2. OpenNebula
3. OpenShift
4. Docker

##### IV. Cloud et DevOps

## MR-TCIS1.4 : Réseaux IP

### OBJECTIFS

Fournir la maîtrise et les compétences relatives aux exigences en de technologies Internet .

Au terme de ce module, l'étudiant ou l'étudiante sera en mesure de :

- Maîtriser les services et mécanismes des communications de longue distance ainsi que les principes techniques aussi bien au niveau du réseau cœur que du réseau d'accès.
- Connaître les objectifs et les principes de la qualité de service (QoS)
- Maîtriser les architectures des différents et les grandes orientations des services de l'Internet

### CONTENU

#### 1 Architectures Réseaux

10. La normalisation des réseaux : Processus, Organismes
11. Modèles en couches (Terminologie et concepts de bases, Mécanismes, services et protocoles)
12. Modèle OSI, Modèle TCP/IP, IEEE II-

#### Applications & services réseaux

1. Le Web, Fermes de serveurs et serveurs Web mandataires
2. DNS
3. Courrier électronique
4. P2P
5. VoIP
6. CDN
7. SDN&NFV

#### III-La couche Transport

1. Eléments de la couche Transport OSI(Fonctionnalités de la couche Transport, Modes de fonctionnement, Protocoles de Transport, Primitives, Sockets, services)
2. Le protocole TCP (Services de TCP, segment TCP, connexions TCP, Fenêtre de congestion, Temporisation)
3. Le protocole UDP (fonctionnalités, segment, RPC, RTP et RTCP) IV-

#### La couche IP

1. Le protocole IP v4 et IPv6
2. Diffusion Multicast
3. Protocoles de contrôle : ICMP& IGMP
4. Routage(Concepts de base, Algorithmes de routage : Vecteur de Distance et état de lien, Protocoles de routage OSPF & BGP)

#### V- La qualité de service sur Internet

1. Concepts de base
2. infrastructures à haut débit : Frame Relay & ATM
3. Canalisation de trafic
4. Contrôle de congestion
5. Ordonnancement de trafic
6. Contrôle d'admission
7. Intégration de service
8. Différenciation de service

#### VI-Commutation de label & MPLS

1. Principes de la commutation IP
2. Architecture de réseaux MPLS
3. Construction de routes et protocole LDP
4. Ingénierie de trafic
5. VPNs MPLS
6. GMPLS
7. MPLS & IPv6



## RÉFÉRENCES

- A.Tanenmaum , & D.J.Wetherall, Réseaux , 5è édition Pearson.
- André Pérez, « Gestion des ressources et des défaillances dans les réseaux IP, MPLS et Ethernet », Hermès - Lavoisier, 2009.
- Huitema - Le routage dans l'Internet - EYROLLES
- C. Servin, Réseaux & télécoms, 4e éd. Dunod 2013
- Casellas, G. Hébuterne, D. Kofman, M. Marot, J.L. Rougier, « Scheduling and Switching Architecture », ENST, rapport interne, 2004.
- Comer - Internetworking with TCP/IP - Principles, protocols, and architecture - Prentice-Hall
- Pujolle, Les réseaux, dernière éd., Eyrolles.
- Nagle, « On Packet Switches with Infinite Storage », IEEE Trans. On Communications, 1987.
- Ryu et al., « Advances in Internet Congestion Control », IEEE Communications Surveys and Tutorial, 3rd Quarter 2003.
- W. Richard Stevens - TCP/IP Illustrated, Volume 1 - The protocols - Addison-Wesley
- W. Stallng, Réseaux et Communication sans fil, Pearson Education, dernière édition

## MR-TCIS1.5 : Modélisation Probabiliste

### Objectifs du cours :

L'objectif de ce cours est de comprendre le comportement des systèmes stochastiques. Il propose différentes techniques de modélisation et illustre chaque modèle par une étude de cas réel. A l'issue de ce cours l'étudiant serait capable d'analyser le fondement théorique de ces modèles et de choisir le modèle adéquat face à une nouvelle situation.

Dans ce cours, on suppose que la structure des modèles est fournie a priori par un expert. Cependant, la détermination automatique de la structure et les paramètres associés fait partie du cours d'apprentissage automatique (machine learning).

### Partie 1: Modèles stochastiques (3h)

Rappels de probabilités (3h) : modèles stochastiques et aide à la décision, notions de probabilité et processus stochastiques, théorème de Bayes, dépendance conditionnelle, maximum de vraisemblance.

### Partie 2: Chaînes de Markov (9h)

- Chaînes de Markov à Temps Discret (4h): définition, représentation graphique et classification des états, analyse du régime transitoire, analyse du régime permanent.
- Chaînes de Markov à Temps Continu (3h): définition, représentation graphique et classification des états, analyse du régime transitoire, analyse du régime permanent.
- Etude de cas de Chaînes de Markov (2h): l'algorithme PageRank de Google.

### Partie 3: Chaînes de Markov cachées (6h)

- Chaînes de Markov Cachées (4h): modélisation, calcul forward, backward, recherche du chemin le plus probable, algorithme de Viterbi.
- Etude de cas de Chaînes de Markov Cachées (2h) : suggestions (vision par ordinateur, étiquetage grammatical, bio-informatique, traitement de la parole, etc).

### Partie 4: Files d'attentes (8h)

- Files d'attentes simples (4h): caractéristiques d'un système d'attente, formule de Little, files simples, paramètres de performance.
- Réseaux de files d'attente (2h): définition et analyse du réseau de Jackson ouvert
- Etude de cas de files d'attentes (2h): mesure de performance d'un serveur web (temps de réponse, rentabilité d'ajouter un deuxième serveur, etc).

### Partie 5: Réseaux bayésiens (6h)

- Réseaux bayésiens (4h): distribution conjointe de probabilités, modèles graphiques, rappels sur les graphes, tables de probabilités, correspondance entre la structure graphique et la structure probabiliste, notion de d-séparation, circulation de l'information dans les réseaux bayésiens, les inférences dans les réseaux bayésiens.
- Etude de cas de réseaux bayésiens (2h): système de diagnostic médical

## Descriptifs des Eléments Constitutifs du 2<sup>ème</sup> Semestre

### MR-TCSI2.1 : Intelligence artificielle

#### Plan du cours

- I. Agents Intelligents
  1. Agents et environnements
  2. Concept de rationalité
  3. Nature des environnements
  4. Structure des agents
- II. Résolution de problèmes par l'exploration
  1. Stratégies d'exploration non informées
  2. Stratégies d'explorations informées (heuristiques)
- III. Connaissances, raisonnement et planification
  1. Agents logiques
    - i. Logique des propositions
    - ii. Logique du premier ordre
  2. Représentation des connaissances
  3. Planification
    - i. Définition de la planification
    - ii. Langage de représentation STRIPS
    - iii. Planification par exploration dans un espace d'états
    - iv. Planification partiellement ordonnée
    - v. Graphes de planification

#### Bibliographie

Stuart Russel et Peter Norvig. Intelligence Artificielle 3eme édition. Pearson.

### MR-TCSI2.2 : Machine Learning et Applications aux Données Multimédias

#### Objectif

A l'issue de ce cours, l'étudiant doit être en mesure de :

- Comprendre les possibilités et les limites du Machine Learning (ML)
- Formuler son propre problème de ML
- Explorer et manipuler des données
- Construire des modèles prédictifs à partir de données d'apprentissage
- Utiliser ces modèles en production à l'aide d'APIs
- Evaluer la performance et l'impact des modèles
- Appliquer les ML pour le traitement des données multimédia (Reconnaissance des formes, traitement de textes, ...)

#### Descriptif et contenu

##### A/ Machine Learning

- I. Introduction à l'apprentissage automatique
- II. Régression linéaire avec plusieurs variables
- III. Réseaux de neurones
- IV. Conception du système d'apprentissage automatique
- V. SVM: Support Vector Machines
- VI. Apprentissage non supervisé
- VII. Apprentissage de machines à grande échelle

##### B/ Applications aux données multimédias

- Reconnaissance des formes
- Traitement de texte

## MR-TCSI2.3 : Calculabilité et Décidabilité

### Objectif du Cours :

Puisque l'informatique est en évolution perpétuelle, une connaissance élémentaire de la théorie de la calculabilité demeure indispensable à l'étudiant en master informatique pour reconnaître les limites de l'informatique. La théorie de la calculabilité démontre que certains problèmes informatiques ne peuvent pas être résolus par des programmes quelle que soit la machine.

Le but de ce cours est de présenter aux étudiants, en mastère informatique (premier niveau), les éléments essentiels de la calculabilité et par la suite de la décidabilité et cela de façon rigoureuse, mais abordable par de tels étudiants qui ne sont pas nécessairement férus d'abstractions mathématiques. Ce cours aborde, tout d'abord, les langages formels et les automates puis introduit les notions de calculabilité et de décidabilité à travers les machines de Turing et les fonctions récursives.

### Plan du Cours :

#### Chapitre 1: Introduction: Problèmes et Algorithmes

1. Motivation
2. Problèmes et Algorithmes
  - Problèmes décidables
3. Algorithme
4. Formalisation d'Algorithmes

#### Chapitre 2: Langages Formels

1. Langages Réguliers
  - Expressions régulières
  - Automates finis
  - Automates déterministes
  - Automates minimaux
2. Langages Algébriques
  - Automates à pile
  - Automates à pile déterministes

#### Chapitre 3: Machine de Turing

1. Introduction
2. Présentation
3. Fonctionnement d'une machine de Turing
4. Configuration d'une machine de Turing
5. Langage accepté par une machine de Turing
6. Utilisation d'une machine de Turing
7. Variantes des machines de Turing
8. Machine de Turing et Langages
9. Combinaison de Machines de Turing

#### Chapitre 4: Fonctions Récursives

1. Introduction
2. Fonctions primitives récursives
3. Prédicats primitifs récursifs
4. Fonctions  $\mu$ -Récursives
5. Fonctions  $\lambda$ -Récursives Calculables

#### Chapitre 4: Calculabilité et Décidabilité

1. Fonction Turing-Calculable
2. Equivalence des fonctions récursives avec les machines de Turing
3. Thèse de Church

### Références :

- Olivier Carton, Langages Formels : Calculabilité et complexité. Vuibert, Paris, 2014.
- Juraj Hromkovic, Theoretical Computer Science: Introduction to automata, Computability, Complexity, Algorithms, Randomization, Communication, and Cryptography, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2010.
- Pierre Marchand, Mathématiques Discrètes : Automates, langages, logique et décidabilité. Dunod, Paris, 2003

- Pierre Wolper, Introduction à la Calculabilité. 3ième edition, Dunod, Paris, 2001, 2006.

## MR-TCSI2.4 : Paradigmes des langages de programmation

### Plan du cours

Chapitre 1 : Introduction générale :

- Critères d'évaluation des langages de programmation
- Définition de paradigme
- Différents paradigmes

Chapitre 2 : Introduction à la sémantique des langages de programmation

Chapitre 3 : Sémantique opérationnelle

Chapitre 4 : Sémantique axiomatique

### Alternatifs :

Différents types de passages

- Appel par valeur
- Appel par adresse
- Appel par référence
- Appel par nom

Généricité dans les langages de programmation

Relation d'amitié

Collections

Héritage

## MR-TCSI2.5 : Ingénierie des méthodes et des processus

### Objectif

Les méthodes de conception des SI se basent sur trois piliers : un formalisme (ensemble de modèles), une démarche (ensemble d'étapes) et un plan d'assurance qualité (ensemble de règles). Les étudiants ayant obtenu leur licence fondamentale en informatique maîtrisent généralement un ou plusieurs formalismes (Merise, UML, ...) mais ne disposent pas des connaissances nécessaires en matière de démarche de développement de logiciel.

L'objectif général de ce module est d'aider les étudiants à approfondir leurs connaissances en matière de méthodes de conception et d'acquérir les connaissances nécessaires leur permettant de maîtriser les différents processus de développement des SI de qualité. Les objectifs spécifiques visés par ce module sont

:

- Disposer d'une vue globale sur les MCSI
- Maîtriser particulièrement les objectifs et le formalisme d'UML
- Comprendre le processus de développement logiciel
- Découvrir les différentes activités du génie logiciel
- Comprendre le processus unifié
- Comprendre les méthodes agiles et Scrum en particulier
- Avoir une idée sur l'urbanisation des systèmes d'information

### Plan sommaire

1. Introduction au processus de développement des SI
2. Le génie logiciel
3. UML : Rappels
4. Le processus unifié de l'OMG
5. Les méthodes agiles

## 6. Introduction à l'urbanisation des systèmes d'information

### Références

- [1] I. Jacobson et Co, *Le processus unifié de développement logiciel*, Eyrolles
- [2] P-Y Cloux, *RUP, XP, architectures et outils : industrialiser le processus de développement*, Dunod
- [3] B. Marre, *Précis de génie logiciel*, Masson 1996

## MR-TCSI2.6 : Méthodes formelles

### Objectif

Cette UE a pour objectif de donner aux étudiants les concepts fondamentaux et les techniques de preuve et raffinement pour construire rigoureusement (en s'appuyant sur des outils mathématiques) puis analyser formellement les (propriétés des) logiciels, qu'ils soient séquentiels, réactifs ou concurrents, sécuritaires ou non. Cet enseignement est basé sur la méthode formelle B : logique du premier ordre, propriétés invariantes, substitutions généralisées, machines abstraites, preuves de cohérence, raffinement et preuves, modularité ; systèmes à événements discrets. Études de cas allant des machines abstraites à la génération de code.

### Plan du cours

1. Logique du premier ordre
2. Propriétés invariantes
3. Substitutions généralisées
4. Machines abstraites
5. Preuves de cohérence
6. Raffinement et preuves
7. Modularité ; systèmes à événements discrets
8. Études de cas allant des machines abstraites à la génération de code.