

**ANNEXE I: FICHES DESCRIPTIVES DES UNITES  
D'ENSEIGNEMENT (UE) ET DES ÉLÉMENTS  
CONSTITUTIFS (ECUE) DU TRONC COMMUN (M1)  
SEMESTRES I ET II**

**ANNEXE I : FICHES DESCRIPTIVES DES UNITES  
D'ENSEIGNEMENT (UE) ET DES ÉLÉMENTS  
CONSTITUTIFS (ECUE) DU TRONC COMMUN (M1)**

\*\*\*\*\*

**Partie 1:**

**Unités d'enseignement fondamentales, transversales et  
optionnelles du  
SEMESTRE 1**

## Fiche descriptive d'une unité d'enseignement (UE) et des éléments constitutifs d'une unité d'enseignement (ECUE)

### Intitulé de l'UE Conception Algorithmique

**Nombre des crédits: 6**

**Code UE : MRI/M1.S1.TC1**

|  |   |
|--|---|
| <b>Université : Université de la Manouba</b> | <b>Etablissement : Ecole Nationale des Sciences de l'Informatique</b> |
|--|---|

|  |                                   |
|--|-----------------------------------|
| <b>Domaine de formation : Sciences et Techniques</b> | <b>Mention : Computer Science</b> |
| <b>Diplôme et Parcours</b><br>MR - Informatique ...  | <b>Semestre</b><br>1              |

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

- 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.
- Aborder la programmation fonctionnelle à travers le langage LISP, maîtriser ses principales primitives, comprendre le fonctionnement de ses programmes
- Fournir des méthodologies ainsi que des outils pour le développement de codes algorithmiques efficaces
- Renforcer les approches théoriques traditionnelles de conception et d'analyse d'algorithmes

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

- **Algorithmique**
- **Langage de Programmation C**

#### 3- Eléments constitutifs de l'UE (ECUE)

##### 3.1- Enseignements

| Eléments constitutifs |                             | Volume des heures de formation présentielle (14 semaines) |           |          |           | Crédits  |
|-----------------------|-----------------------------|---|-----------|----------|-----------|----------|
|                       |                             | Cours   | TD        | TP       | Autres    |          |
| S1.TC1.1              | Programmation & IA          | 28  | 7         | 7        | 10        | 3        |
| S1.TC1.2              | Algorithmique et complexité | 28  | 14        |          | 15        | 3        |
| <b>Total</b>          |                             | <b>56</b>   | <b>21</b> | <b>7</b> | <b>25</b> | <b>6</b> |

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

##### 4.1- Enseignements (Présenter une description succincte des programmes de chaque ECUE et joindre le programme détaillé à la fiche descriptive de l'UE)

- 1- l'unité vise à aborder la programmation fonctionnelle à travers des langages dédiés et d'actualités, maîtriser ses principales primitives, comprendre le fonctionnement de ses programmes.
- 2- l'unité vise à définir et montrer des approches systématiques d'évaluation de performances d'algorithmes. Ceci à travers la présentation des méthodes les plus utilisées dans ce domaine.

#### 4.2- Activités pratiques de l'UE

1- Un TP personnel sera demandé aux apprenants visant à développer un aspect théorique liée au cours.

#### 5- Méthodes pédagogiques et moyens didactiques spécifiques à l'UE

- Enseignement par étude de cas, et/ou des exercices d'évaluation pour approfondir plus les notions de base.
- Enseignement appuyé par des travaux dirigés contenant des exercices développant un concept ou un groupe de concepts.
- 

#### 6- Examens et évaluation des connaissances

##### 6.1- Méthode d'évaluation et régime d'examens

- 1- Contrôle continue sous forme d'un devoir surveillé et d'évaluation de travaux pratiques + Examen final écrit.
- 2- Contrôle continue sous forme d'un devoir surveillé + Examen final écrit.

**6.2 - 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     | Contrôle continue |      |              |             | Examen final |      |              |             | Coef. de l'ECUE | Coef. de l'UE au sein du parcours |
|----------|-------------------|------|--------------|-------------|--------------|------|--------------|-------------|-----------------|-----------------------------------|
|          | EPREUVES          |      |              | Pondération | EPREUVES     |      |              | Pondération |                 |                                   |
|          | Ecrit             | Oral | TP et Autres |             | Ecrit        | Oral | TP et Autres |             |                 |                                   |
| S1.TC1.1 | 70%               |      | 30%          | 30%         | 100%         |      |              | 70%         | 1.5             | 3                                 |
| S1.TC1.2 | 100%              |      |              | 30%         | 100%         |      |              | 70%         | 1.5             |                                   |

# Annexe 1 de la Fiche descriptive de l'UE MRI/M1.S1.TC1

Unité d'Enseignement : Conception Algorithmique

Code UE : MRI/M1.S1.TC1

## ECUE n° 1 Programmation & IA

Code ECUE : S1.TC1.1

### Objectifs de l'ECUE

- Introduire les notions fondamentales du langage python.
- Étudier les principales bibliothèques de prétraitement, analyses et visualisation de données (NumPy, Pandas, SciPy, Matplotlib, Seaborn).
- Permettre à l'étudiant de connaître les notions d'apprentissage non supervisé et supervisé, les algorithmes afférant et leur utilisation sur des cas pratiques (Scikit-Learn, TensorFlow, PyTorch, Yolo).
- Réaliser un mini-projet ainsi que des lectures d'articles scientifiques afin de comprendre et de rendre opérationnelles les connaissances enseignées.

### Plan

#### **Chapitre I : Introduction au Langage Python**

1. Les variables, les types de variables et leurs opérateurs
2. Les entrées/sorties
3. Les conditions simples et imbriquées
4. Les boucles simples et imbriquées
5. Les fonctions
6. Les modules
7. Les conteneurs
8. Quelques notions de programmation avancées
9. Les bonnes pratiques et les conventions
10. Initiation aux tests unitaires

#### **Chapitre II : Prétraitement, Analyses et Visualisation de Données**

1. Prétraitement et analyses de données
  - 1.1. NumPy
  - 1.2. Pandas
  - 1.3. SciPy
2. Visualisation de données
  - 2.1 Matplotlib
  - 2.2 Seaborn

#### **Chapitre III : Machine Learning avec le langage Python**

1. Scikit-Learn
2. TensorFlow
3. PyTorch
4. Yolo

### Bibliographie

1. **E.Jakobowicz**, Python pour le data scientist - Des bases du langage au machine learning, Dunod, 2019.
2. **A. Géron**, Hands-on machine learning with scikit-learn, keras, and TensorFlow, O'Reilly, 2019.

## Annexe 1 de la Fiche descriptive de l'UE MRI/M1.S1.TC1.1

Unité d'Enseignement : Théorie des langages et programmation

Code UE : MRI/M1.S1.TC1

### ECUE n° 1 Calculabilité et décidabilité

Code ECUE : S1.TC1.1

#### Objectifs de l'ECUE

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

- Introduction : Problèmes et Algorithmes
  - Motivation
  - Problèmes et Algorithmes
  - Problèmes décidables Algorithme
  - Formalisation d'Algorithmes
- Chapitre 1 : Notions de langages et d'alphabet
  - Définitions de base
    - Symbole / Lexème / Alphabet
    - Mot / chaîne / Longueur d'un mot / Chaîne vide
    - Préfixe / suffixe / facteur
  - Opérations sur les mots
  - Langages
  - Propriétés des langages
- Chapitre 2 : Représentation des langages réguliers
  - Les expressions régulières
  - Définition
  - Lois algébriques sur les expressions régulières
  - Langages réguliers
- Chapitre 3 : Les automates à états finis
  - Définition
  - Automates bien formé / saturé
  - Reconnaissance d'un mot (configuration)
  - Langage accepté par un automate fini

- Construction d'un automate à états finis à partir d'une expression régulière (construction de Thompson)
- Rendre déterministe un automate fini non déterministe
- Minimisation d'un automate fini déterministe
- Limites des automates finis
- Chapitre 4 : Les langages hors contextes (grammaires hors contexte)
  - Définition
  - Type de grammaires
  - Dérivation (gauche/droite)
  - Arbre syntaxique
  - Grammaire ambiguë
  - Conversion grammaire régulière en un AEF
  - Conversion d'un AEF en une grammaire
  - Formes de grammaires (Chomsky et Greiback)
  - Opération sur les grammaires hors contexte
- Chapitre 5 : Les automates à pile
  - Introduction
  - Définition formelle
  - Configuration
  - Langages reconnus par un PDA
  - PDA non déterministe et PDA déterministe
  - Transformation d'une GHC en un PDA
- Chapitre 6 : Machine de Turing (MT)
  - Introduction
  - Définition formelle
  - Fonctionnement d'une MT
  - Configuration
  - Langage accepté par une MT
  - Différents traitements de la MT
    - Fonction T-calculable
    - Décidabilité
  - MT déterministe
  - Combinaison de Machines de Turing
  - MT et Macros

## **Bibliographie**

- A. Aho, R. Sethi et J. Ullman, Compilateurs Principes, Techniques et Outils, InterEditions, Paris, 1991.
- P. Walper, Introduction à la Calculabilité, Dunod, Paris, 2001.
- G. Dowek et J. Lévy, Introduction à la théorie des langages de programmation, Éditions de l'École polytechnique, Paris, 2006.



## Fiche descriptive d'une unité d'enseignement (UE) et des éléments constitutifs d'une unité d'enseignement (ECUE)

### Intitulé de l'UE Ingénieries et Sciences des Services

**Nombre des crédits: 6**  
**Code UE : MRI/M1.S1.TC2**

|                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| Université : Université de la Manouba | Etablissement : Ecole Nationale des Sciences de l'Informatique |
|---------------------------------------|--|

|   |                            |
|---|----------------------------|
| Domaine de formation : Sciences et Techniques | Mention : Computer Science |
| Diplôme et Parcours<br>MR - Informatique ...  | Semestre<br>1              |

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

- Définir les nouvelles architectures des systèmes évolués. L'aspect logiciel sera mis en valeur (Middleware, virtualisation, etc.)
- Définir les différents modèles de services existants tel que IaaS, SaaS, PaaS
- Fournir la maîtrise et les compétences relatives aux exigences en de technologies Internet .
- 

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

- Fondement de l'informatique
- Systèmes d'exploitation
- 

#### 3- Eléments constitutifs de l'UE (ECUE)

##### 3.1- Enseignements

| Eléments constitutifs |                                   | Volume des heures de formation présentielle (14 semaines) |           |           |           | Crédits  |
|-----------------------|-----------------------------------|---|-----------|-----------|-----------|----------|
|                       |                                   | Cours   | TD        | TP        | Autres    |          |
| S1.TC2.1              | Architecture des systèmes évolués | 28  | 7         | 7         | 10        | 3        |
| S1.TC2.2              | Réseaux IP                        | 28  | 7         | 7         | 15        | 3        |
| <b>Total</b>          |                                   | <b>56</b>   | <b>14</b> | <b>14</b> | <b>25</b> | <b>6</b> |

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

##### 4.1- Enseignements (Présenter une description succincte des programmes de chaque ECUE et joindre le programme détaillé à la fiche descriptive de l'UE)

**1-** L'objectif étant de mettre l'accent sur les nouvelles architectures des systèmes évolués. Ce module vise essentiellement à présenter les différents aspects de virtualisation et des middleware et les modèles de services existant.

**2-** L'unité vise à : Maîtriser les services et mécanismes des communications de longue distance ainsi que les principes techniques aussi bien au niveau du réseau coeur 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

#### 4.2- Activités pratiques de l'UE

- |   |
|---|
| 1- Un TP personnel sera demandé aux apprenants visant à développer un aspect théorique liée au cours. |
| 2- Un TP personnel sera demandé aux apprenants visant à développer un aspect théorique liée au cours. |

#### 5- Méthodes pédagogiques et moyens didactiques spécifiques à l'UE

- |   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>- Enseignement par étude de cas, et/ou des exercices d'évaluation pour approfondir plus les notions de base.</li><li>- Enseignement appuyé par des travaux dirigés contenant des exercices développant un concept ou un groupe de concepts.</li></ul> |
|---|

#### 6- Examens et évaluation des connaissances

##### 6.1- Méthode d'évaluation et régime d'examens

- |   |
|---|
| 1- Contrôle continue sous forme d'un devoir surveillé et d'évaluation des travaux pratiques + Examen final écrit. |
| 2- Contrôle continue sous forme d'un devoir surveillé et d'évaluation des travaux pratiques + Examen final écrit. |

**6.2 - 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     | Contrôle continue |      |              | Examen final |          |      |              | Coef. de l'ECUE | Coef. de l'UE au sein du parcours |             |
|----------|-------------------|------|--------------|--------------|----------|------|--------------|-----------------|-----------------------------------|-------------|
|          | EPREUVES          |      |              | Pondération  | EPREUVES |      |              |                 |                                   | Pondération |
|          | Ecrit             | Oral | TP et Autres |              | Ecrit    | Oral | TP et Autres |                 |                                   |             |
| S1.TC2.1 | 60%               |      | 40%          | 30%          | 100%     |      |              | 70%             |                                   |             |
| S1.TC2.2 | 60%               |      | 40%          | 30%          | 100%     |      |              | 70%             |                                   |             |

## Annexe 1 de la Fiche descriptive de l'UE MRI/M1.S2.TC2

Unité d'Enseignement : Ingénierie et sciences des services

Code UE : MRI/M1.S1.TC2

### ECUE n° 1 Advanced Systems and new technologies

Code ECUE : S2.TC2.1

14 weeks \* 3H/course, Semester two

**Pre-requisite(s)** : Basic knowledge of operating systems and networks, programming in high-level language (Java)

#### Objectives:

The course provides a deep understanding of distributed systems (centralized, decentralized, or hybrid) with an emphasis on the Cutting-edge technologies.

Students are expected to:

- ⇒ Acquire the basic concepts (theoretical and practical aspects) of advanced distributed systems (architecture, characteristics, ...etc.) and a special focus on Restful web services and Cloud computing (Internet).
- ⇒ Analyzing the problems raised and the opportunities offered by these new technologies in order to integrate them into future applications (service oriented).

#### Student evaluation

65% Final Exam + 35% continuous assessments (presentations, projects, assignments)

#### Course outline:

##### Chapter 0. Introduction to (advanced) distributed systems (week 1)

- ❑ Terminology and Background and examples
  - ⇒ Distributed systems based middleware
- ❑ A short history of Information technology

##### Chapter 1. Distributed system Architectures (week 2)

- ❑ Architectures, structures, topologies, Graph theory : an overview
- ❑ Operating systems structures (Monolithic, microkernel, VMM)
- ❑ Centralized systems (Client/server and variants)
- ❑ Decentralized (Master/slaves, P2P, n-tiers architecture)

- Assignment:** Comparison of distributed system architectures (structure, scaling (V/H), network (communication link), Applications, uses cases, and technologies).

## **Chapter 2. Publish-Subscribe systems**

**(week 3-4)**

- Message-oriented Middleware; asynchronous communication
- Message Queue, topic, pull and push system
- Lab.: openMQ

## **Chapter 3. Restful architecture: REST style web services**

**(week 5-6)**

- Introduction to web services (SOAP, Restful)
- Background on HTTP: Resources, URI, representation (xml, json)
- Development of Rest web services (JAX-RS)
- Project assignment**

## **Chapter 4. Introduction to Cloud Computing**

**(week 7-9)**

- Definitions and fundamental characteristics of cloud
- Service models (SaaS, PaaS, IaaS, EaaS)
- Deployment models (Public, Private (internal, external, or Hybrid))
- Reference Conceptual Architecture
- Programming environment: RosettaHub (AWS), OpenStack ; OpenNebula ; OpenShift ; Docker
- Project assignment**

## **Chapter 4. From Cloud Computing to Edge and Fog Computing**

**(week 10)**

- Definitions and fundamental characteristics of edge and fog computing
- Key requirements and computing architecture
- Use cases: a smart traffic light system –STLS; and Wind farm

## **Chapter 6. Conclusions: Open directions for research and innovation**

**(week 11-13)**

- Top 10 technology trends (IEEE, Gartner)
- Presentation from students (for each student or pair of students) on the “Cutting-edge” topic suggested in the field (Example. Microservices)
- Student Feedback for future improvement(s) of the course**

Examination

**(week 14)**

-

## Annexe 2 de la Fiche descriptive de l'UE MRI/M1.S1.TC2

Unité d'Enseignement : Ingénierie et sciences des services

Code UE : MRI/M1.S1.TC2

### ECUE n° 2 Réseaux IP

Code ECUE : S1.TC2.2

#### Objectifs de l'ECUE

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 coeur 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

#### Plan

##### **I- Architectures Réseaux**

1. La normalisation des réseaux : Processus, Organismes
2. Modèles en couches (Terminologie et concepts de bases, Mécanismes, services et protocoles)
3. 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

## **Bibliographie**

- 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.

## Fiche descriptive d'une unité d'enseignement (UE) et des éléments constitutifs d'une unité d'enseignement (ECUE)

### Intitulé de l'UE **Modélisation Probabiliste**

**Nombre des crédits: 6**

**Code UE : MRI/M1.S1.TC3**

|  |   |
|--|---|
| <b>Université : Université de la Manouba</b> | <b>Etablissement : Ecole Nationale des Sciences de l'Informatique</b> |
|--|---|

|  |                                   |
|--|-----------------------------------|
| <b>Domaine de formation : Sciences et Techniques</b>       | <b>Mention : Computer Science</b> |
| <b>Diplôme et Parcours</b><br><b>MR - Informatique ...</b> | <b>Semestre</b><br><b>1</b>       |

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

- L'objectif de ce cours est de comprendre le comportement des systèmes stochastiques. Il propose différents techniques de modélisation et illustre chaque modèle par une étude de cas réel
- Faire acquérir aux étudiants les techniques de calcul des probabilités.
- Mettre l'accent sur les connaissances nécessaires pour aborder d'autres modules avancés.
- L'étudiant doit pouvoir évaluer et comparer plusieurs méthodes d'optimisation sur un problème donné et de combiner différentes méthodes de manière performante

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

- Algèbre linéaire
- Principes et méthodes statistiques
- Patience et adoration

#### 3- Eléments constitutifs de l'UE (ECUE)

##### 1. 3.1- Enseignements

| Eléments constitutifs |                           | Volume des heures de formation présentielle (14 semaines) |           |          |           | Crédits  |
|-----------------------|---------------------------|---|-----------|----------|-----------|----------|
|                       |                           | Cours   | TD        | TP       | Autres    |          |
| S1.TC3.1              | Modélisation probabiliste | 28  | 14        |          | 10        | 3        |
| S1.TC3.2              | Graphes et optimisation   | 28  | 7         | 7        | 10        | 3        |
| <b>Total</b>          |                           | <b>56</b>   | <b>21</b> | <b>7</b> | <b>20</b> | <b>6</b> |

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

**4.1- Enseignements** (Présenter une description succincte des programmes de chaque ECUE et joindre le programme détaillé à la fiche descriptive de l'UE)

- 1- le module vise à initier au traitement mathématique et définir les techniques de calcul des probabilités.
- 2- Pour l'ECUE Optimisation et graphes, on commence par une introduction sur la définition et la complexité des problèmes d'optimisation combinatoire. Ensuite, on présente quelques méthodes exactes de résolution (Algorithme de Branch and Bound,...), des heuristiques (méthodes

gloutonnes) et des métaheuristiques (Méthodes de Voisinage, Algorithmes Evolutifs).

#### 4.2- Activités pratiques de l'UE

- Utilisation des simulateurs comme freeware R pour l'aspect pratiques des différents concepts

#### 5- Méthodes pédagogiques et moyens didactiques spécifiques à l'UE

- Enseignement par étude de cas, et/ou des exercices d'évaluation pour approfondir plus les notions de base.
- Enseignement appuyé par des travaux dirigés contenant des exercices développant un concept ou un groupe de concepts.
- Validation des concepts par des simulations

#### 6- Examens et évaluation des connaissances

##### 6.1- Méthode d'évaluation et régime d'examens

1- Contrôle continue sous forme d'un devoir surveillé + Examen final écrit.

2- Contrôle continue sous forme d'un devoir surveillé et d'évaluation des travaux pratiques + Examen final écrit.

**6.2 - 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     | Contrôle continue |      |              |             | Examen final |      |              |             | Coef. de l'ECUE | Coef. de l'UE au sein du parcours |
|----------|-------------------|------|--------------|-------------|--------------|------|--------------|-------------|-----------------|-----------------------------------|
|          | EPREUVES          |      |              | Pondération | EPREUVES     |      |              | Pondération |                 |                                   |
|          | Ecrit             | Oral | TP et Autres |             | Ecrit        | Oral | TP et Autres |             |                 |                                   |
| S1.TC3.1 | 100%              |      |              | 30%         | 100%         |      |              | 70%         | 1.5             | 3                                 |
| S1.TC3.2 | 70%               |      | 30%          | 30%         | 100%         |      |              | 70%         | 1.5             |                                   |



# Annexe 1 de la Fiche descriptive de l'UE MRI/M1.S1.TC3

Unité d'Enseignement : Modélisation

Code UE : MRI/M1.S1.TC3

## ECUE n° 1 Processus stochastique

Code ECUE : S1.TC3.1

### Objectifs de l'ECUE

L'objectif de ce cours est de comprendre le comportement des systèmes stochastiques. Il propose différents 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 à priori par un expert. Cependant, la détermination automatique de la structure et les paramètres associés fait partie du cours d'apprentissage automatique (machine learning).

### Plan

#### **I. Processus stochastique et ses applications**

- Définition de la notion de fonction aléatoire
- Echantillon d'un processus stochastique- loi d'un processus Fonction de répartition d'un processus stochastique
- Fonction de covariance d'un processus
- Stationnarité du second ordre et stationnarité stricte
- Moyenne temporelle d'ordre  $p$  et la notion de trajectoire d'un processus
- Processus Ergodique d'ordre  $p$
- Densités marginales et densités conditionnelles d'un processus aléatoire absolument continue
- Processus à temps discret. Processus à valeurs discrète processus indépendant,
- Processus de Markov- Chaîne de Markov application au files d'attentes
- Série temporelle et applications à la prévision financière
- Exemples de processus aléatoires ;
  1. Processus Gaussien application au codage de la parole,
  2. Processus de Poisson, application à la gestion du trafic routier
  3. Processus de Winner et mouvement Brownien e application à la représentation des images par les fractal

#### **II. Champ aléatoire et application en vision par ordinateur**

#### **III. Estimation et statistique**

- Notion de l'échantillon ( i. i. d)
- Définition d'un estimateur
- Critère de convergence des estimateurs selon les critères
  1. Moyenne quadratique,
  2. Moyenne quadratique intégrée,
  3. Convergence en probabilité , c

#### 4. Convergence en loi...

- Le maximum de vraisemblance et les estimateurs de la moyenne théorique par la moyenne arithmétique et de la variance par l'erreur standard
- D'un moment d'ordre  $p$
- Estimation paramétrique de la fonction densité d'une v.a
- Estimation non paramétrique par le théorème de l'histogramme
- Estimation de la matrice de covariance
- Estimation des densités de probabilité d'un couple aléatoire

### **Bibliographie**

. S. Ross, A first course in probability, 9th edition, Pearson, 2014.

## Annexe 2 de la Fiche descriptive de l'UE MRI/M1.S1.TC3

Unité d'Enseignement : Modélisation

Code UE : MRI/M1.S1.TC3

### ECUE n° 2 Graphes et optimisation

Code ECUE : S1.TC3.2

L'optimisation combinatoire est une branche de l'optimisation en mathématiques appliquées et en informatique, également liée à la recherche opérationnelle, l'algorithmique et la théorie de la complexité. Dans sa forme la plus générale, un problème d'optimisation combinatoire consiste à trouver dans un ensemble discret un parmi les meilleurs sous-ensembles (ou solutions) réalisables, la notion de meilleure solution étant définie par une fonction objectif. L'objectif de ce cours est de permettre à l'étudiant de connaître la différence entre "heuristique" et "méta-heuristique", comprendre la classification générale des méthodes d'optimisation combinatoire et les concepts sous-jacents, décrire le fonctionnement des méthodes classiques, modéliser un problème et lui appliquer une méthode d'optimisation.

#### Plan

1. Introduction
  - 1.1. Définition d'un POC
  - 1.2. Modélisation des POCs
2. Complexité des POCs
  - 2.1. Problèmes Faciles (décidés en temps polynomial)
  - 2.2. Problèmes Difficiles (décidés non déterministe en temps polynomial)
3. Méthodes de Résolution Exactes
  - 3.1. Algorithme de Branch and Bound
  - 3.2. Programmation Dynamique
4. Heuristiques
  - 4.1. Méthodes Gloutonnes
  - 4.2. Recherche Locale
5. Métaheuristiques
  - 5.1. Méthodes de Voisinage
  - 5.2. Algorithmes Evolutifs
  - 5.3. Méthodes Hybrides

#### Références :

1. I. Charon, A. Germa, O. Hudry, *Méthodes d'optimisation combinatoire*, Masson, 1996 (Cote M – 118) .
2. M. Gondran, M. Minoux, *Graphes et algorithmes*, Eyrolles, 1985 .
3. T. Cormen., C. Leiserson., R. Rivest, C. Stein., *Introduction à l'algorithmique (2ème édition)* – Dunod , 2004.
4. P. Lacomme, C. Prins , M. Sevaux, *Algorithmes de graphes* (avec CD des programmes), Eyrolles, 2003 .

5. [www-desir.lip6.fr/~fouilhoux/documentens.php](http://www-desir.lip6.fr/~fouilhoux/documentens.php) « Partie "*Recherche Opérationnelle et Optimisation Combinatoire*" Voir site du module MAOA Module RP - Master 1 » ,2017.

## Fiche descriptive d'une unité d'enseignement (UE) et des éléments constitutifs d'une unité d'enseignement (ECUE)

### Intitulé de l'UE **Techniques de communication**

**Nombre des crédits: 6**

**Code UE : MRI/M1.S1.TC4**

|  |   |
|--|---|
| <b>Université : Université de la Manouba</b> | <b>Etablissement : Ecole Nationale des Sciences de l'Informatique</b> |
|--|---|

|  |                                   |
|--|-----------------------------------|
| <b>Domaine de formation : Sciences et Techniques</b>       | <b>Mention : Computer Science</b> |
| <b>Diplôme et Parcours</b><br><b>MR - Informatique ...</b> | <b>Semestre</b><br><b>1</b>       |

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

Cette UE a pour objectif d'initier les étudiants à la rédaction des articles scientifiques. Elle permet aux étudiants d'acquérir une bonne maîtrise des langues anglaise et française comme langue technique et scientifique conformément aux exigences des certifications préparées.

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

- Anglais de base
- Français de base

#### **3- Eléments constitutifs de l'UE (ECUE)**

##### **3.1- Enseignements**

| Eléments constitutifs |   | Volume des heures de formation présentielle (14 semaines) |           |    |           | Crédits  |
|-----------------------|---|---|-----------|----|-----------|----------|
|                       |   | Cours   | TD        | TP | Autres    |          |
| S1.TC4.1              | Anglais (préparation à la certification)  |   | 21        |    | 10        | 3        |
| S1.TC4.2              | Français (préparation à la certification) |   | 21        |    | 10        | 3        |
| <b>Total</b>          |   |   | <b>42</b> |    | <b>20</b> | <b>6</b> |

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

##### **4.1- Enseignements (Présenter une description succincte des programmes de chaque ECUE et joindre le programme détaillé à la fiche descriptive de l'UE)**

**1- Initier** les étudiants à la rédaction des articles scientifiques. Elle permet aux étudiants d'acquérir une bonne maîtrise des langues anglaise

**2- Initier** les étudiants à la rédaction des articles scientifiques. Elle permet aux étudiants d'acquérir une bonne maîtrise des langues française

##### **4.2- Activités pratiques de l'UE**

1- Préparation à la certification

2- Préparation à la certification

## 5- Méthodes pédagogiques et moyens didactiques spécifiques à l'UE

Des séances de pratique des deux langues à travers des exposés tout en visant la certification.

## 6- Examens et évaluation des connaissances

### 6.1- Méthode d'évaluation et régime d'examens

1- Contrôle continue sous forme d'exposée + Examen final écrit.

2- Contrôle continue sous forme d'exposée + Examen final écrit.

**6.2 - 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     | Contrôle continue |      |              |             | Examen final |      |              |             | Coef. de l'ECUE | Coef. de l'UE au sein du parcours |
|----------|-------------------|------|--------------|-------------|--------------|------|--------------|-------------|-----------------|-----------------------------------|
|          | EPREUVES          |      |              | Pondération | EPREUVES     |      |              | Pondération |                 |                                   |
|          | Ecrit             | Oral | TP et Autres |             | Ecrit        | Oral | TP et Autres |             |                 |                                   |
| S1.TC4.1 |                   | 100% |              | 50%         | 100%         |      |              | 50%         | 1.5             | 3                                 |
| S1.TC4.2 |                   | 100% |              | 50%         | 100%         |      |              | 50%         | 15              |                                   |

# Annexe 1 de la Fiche descriptive de l'UE MRI/M1.S1.TC4

Unité d'Enseignement : Techniques de Communication

Code UE : MRI/M1.S1.TC4

## ECUE n° 1 Anglais

Code ECUE : S1.TC4.1

### Objectifs de l'ECUE

- Maîtriser l'anglais comme langue de communication technique et scientifique
- Passer la certification TOFEL

### Plan

#### *Chapter 1: Reading*

#### *Chapter 2: Basic Grammar*

- Articles
- Adverbs
- Adjectives
- Passive voice
- Affixes: prefixes & suffixes

#### *Chapter 3: Basic Writing*

- Cause & effect linking words
- Illustration and restatement linking words
- Comparison, contrast and analogy linking words
- Definition, analysis and qualification linking words
- Sentence structure
- Types of sentences 1: declarative, imperative, interrogative and exclamation
- Types of sentences 2: simple, complex and compound sentences

## **Annexe 2 de la Fiche descriptive de l'UE MRI/M1.S1.TC4**

**Unité d'Enseignement : Techniques de communication**

**Code UE : MRI/M1.S1.TC4**

### **ECUE n° 2 Français**

**Code ECUE : S1.TC4.2**

#### **Objectifs de l'ECUE**

- Maîtriser le français comme langue de communication technique et scientifique.

#### **Plan**

- Conforme aux exigences des certifications préparées



## Fiche descriptive d'une unité d'enseignement (UE) et des éléments constitutifs d'une unité d'enseignement (ECUE)

### Intitulé de l'UE Recherche opérationnelle

**Nombre des crédits: 6**

**Code UE : MRI/M1.S1.TC5**

|  |   |
|--|---|
| <b>Université : Université de la Manouba</b> | <b>Etablissement : Ecole Nationale des Sciences de l'Informatique</b> |
|--|---|

|  |                                   |
|--|-----------------------------------|
| <b>Domaine de formation : Sciences et Techniques</b> | <b>Mention : Computer Science</b> |
| <b>Diplôme et Parcours</b><br>MR - Informatique ...  | <b>Semestre</b><br><b>1</b>       |

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

- Donner des fondements théoriques et pratiques de mathématiques pour permettre de résoudre des problèmes concrets auxquels peuvent être confrontés les chercheurs en informatique.
- L'étudiant doit être capable de déterminer, d'utiliser et d'adapter les méthodes numériques étudiées dans les différents ECUE.
- L'étudiant doit pouvoir évaluer et comparer plusieurs méthodes d'optimisation sur un problème donné et de combiner différentes méthodes de manière performante.

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

- Cours de mathématiques et de programmation,
- Patience et adoration

#### 3- Eléments constitutifs de l'UE (ECUE)

##### 3.1- Enseignements

| Eléments constitutifs |                         | Volume des heures de formation présentielle (14 semaines) |           |    |           | Crédits  |
|-----------------------|-------------------------|---|-----------|----|-----------|----------|
|                       |                         | Cours   | TD        | TP | Autres    |          |
| S1.TC5.1              | Algorithmique numérique | 28  | 14        |    | 10        | 3        |
| S1.TC5.2              | Optimisation            | 28  | 14        |    | 10        | 3        |
| <b>Total</b>          |                         | <b>56</b>   | <b>28</b> |    | <b>25</b> | <b>6</b> |

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

**4.1- Enseignements** (Présenter une description succincte des programmes de chaque ECUE et joindre le programme détaillé à la fiche descriptive de l'UE)

- L'ECUE Analyse numérique avancée s'intéresse tant aux fondements qu'à la mise en pratique des méthodes permettant de résoudre, par des calculs purement numériques, des problèmes mathématiques rencontrés par les informaticiens. Plus formellement, on propose des algorithmes permettant de résoudre numériquement plusieurs types de systèmes linéaires par des méthodes directes et/ou itératives et des problèmes d'optimisation avec ou sans contraintes.

Ces problèmes ont beaucoup d'applications dans plusieurs branches de l'informatique comme les réseaux et le traitement d'images...

2- Ce cours fournit aux chercheurs les techniques de bases de modélisation par problèmes d'optimisation, classification et résolution exacte et approche

#### 4.2- Activités pratiques de l'UE

|  |
|--|
|  |
|  |

#### 5- Méthodes pédagogiques et moyens didactiques spécifiques à l'UE

- Enseignement par étude de cas, et/ou des exercices d'évaluation pour approfondir plus les notions de base.
- Enseignement appuyé par des travaux dirigés contenant des exercices développant un concept ou un groupe de concepts.

#### 6- Examens et évaluation des connaissances

##### 6.1- Méthode d'évaluation et régime d'examens

- Contrôle continue sous forme d'un devoir surveillé + Examen final écrit.

- Contrôle continue sous forme d'un devoir surveillé + Examen final écrit.

**6.2 - 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     | Contrôle continue |      |              |             | Examen final |      |              |             | Coef. de l'ECUE | Coef. de l'UE au sein du parcours |
|----------|-------------------|------|--------------|-------------|--------------|------|--------------|-------------|-----------------|-----------------------------------|
|          | EPREUVES          |      |              | Pondération | EPREUVES     |      |              | Pondération |                 |                                   |
|          | Ecrit             | Oral | TP et Autres |             | Ecrit        | Oral | TP et Autres |             |                 |                                   |
| S1.TC4.1 | 100%              |      |              | 35%         | 100%         |      |              | 65%         | 1.5             | 3                                 |
| S1.TC4.2 | 100%              |      |              | 35%         | 100%         |      | 65%          | 1.5         |                 |                                   |

## Annexe 1 de la Fiche descriptive de l'UE MRI/M1.S1.TC5

Unité d'Enseignement : Recherche opérationnelle

Code UE : MRI/M1.S1.TC5

### ECUE n° 1 Algorithmique numérique

Code ECUE : S1.TC5.1

#### Objectifs de l'ECUE

L'objet de ce cours est de concevoir et d'étudier des méthodes de résolution de certains problèmes mathématiques issus de la modélisation de problèmes réels et dont on cherche à calculer la solution à l'aide d'un ordinateur. Ces méthodes permettent de trouver des moyens rapides et efficaces de s'attaquer à des problèmes soit fastidieux à résoudre à cause de leur grande dimension (systèmes à plusieurs dizaines d'équations par exemple), soit parce qu'il n'existe pas solutions explicites connues même pour certains problèmes assez simples en apparence.

On s'intéresse particulièrement à la résolution des systèmes linéaires et des EDP, dont les applications sont nombreuses en téléphonie, communication par satellite, recherche sur internet, imagerie, sécurité des systèmes électroniques...., directement ou indirectement.

#### Plan

##### **Chapitre I : Résolution numérique des systèmes linéaires**

Introduction : De la modélisation à la résolution numérique et la programmation.

Section I : Méthodes directes (Factorisation LU - Méthode du pivot - Résolution d'un système tridiagonal - Systèmes sur-déterminés)

Section II : Méthodes itératives ( Méthodes de Jacobi, Gauss-Seidel et SOR/SSOR, Richardson et du gradient - Méthode du gradient conjugué )

Section III : Méthode GMRES pour des matrices non symétriques.

Section IV : Recherche de valeurs propres et de vecteurs propres.

##### **Chapitre II : Résolution numériques des EDP**

Introduction : Les EDP et leur classification

Section I : Discrétisation numérique : Différences finies

Section II : Problèmes d'évolution : Equation de la chaleur...

Section III : Applications

#### Références :

- A. Quarteroni, F. Saleri – Calcul scientifique, Cours, exercices corrigés et illustrations en MATLAB et Octave, Springer (2006).
- Y. Saad – Iterative Methods for sparse linear systems. PWS Publishing Company, Boston (1996).
- A. Quarteroni, R. Sacco, F. Saleri – Numerical Mathematics, Texts in Applied Mathematics, Springer-Verlag (2006).
- D.G. Luenberger, Linear and nonlinear programming, 2nd edition, Kluwer, 2003.
- 
- M. Minoux, Programmation Mathématique, Théorie et Algorithmes, Tome 1, Dunod, 1983.

- JF Bonnans, JC Gilbert, C Lemaréchal, C Sagastizábal- Optimisation Numérique - Aspects Théoriques et Pratiques, Springer (1997).

## 1- Probabilité 21h

2-

### Chapitre I Probabilité monodimensionnelle

- Espace probabilisé (basé sur la théorie de la mesure)
- Variable aléatoire  $X$  (fonction mesurable) Loi de probabilité  $P_X$  associé à une v.a  $X$
- Fonction de répartition  $F_X$ 
  1. Cas des v. a. discrète
  2. Cas des variables aléatoires absolument continue et densité de probabilité  $f_X$
- Fonction caractéristique d'une v. a.
- Moments d'ordre  $p$  d'une v. a. Moments centrés, Moyenne théorique et variance
- Détermination de la loi de la transformée d'une v. a. donnée
- Exemple de variable aléatoires discrète (binomiale, multinomiale, Poisson, géométrique, hyper géométrique....)
- Exemples de loi absolument continues (loi normale, Gamma, Beta exponentielle Gamma)

### Chapitre II Probabilité Multivariée

- Définition d'un couple aléatoire et d'un vecteur aléatoire
- Espace probabiliste image (théorème de transfert)
- Probabilités conditionnelles et indépendance des événement
- Fonction de répartition d'un vecteur aléatoire
- Loi marginale cas discret
- Densités conjointe d'un vecteur aléatoire,
- Densités marginales et densités conditionnelles d'un vecteur aléatoire absolument continue et liens.
- Fonctions caractéristique d'un vecteur aléatoire
- Moments multivariés
- Exemple de loi multivarié discrète
- Exemples de loi de vecteur aléatoire absolument continue
  1. Vecteur uniforme,
  2. Vecteur Gaussien et application Matrice de covariance cas de l'indépendance application en Machine Learning

## Annexe 2 de la Fiche descriptive de l'UE MRI/M1.S1.TC5

Unité d'Enseignement : Recherche opérationnelle

Code UE : MRI/M1.S1.TC5

### ECUE n° 2 Numerical Optimization with R

(M1: 42h)

Code ECUE : S1.TC5.2

#### 1. Objectives:

Mathematical optimization or mathematical programming is the selection of a best element, with regard to some criterion, from some set of available alternatives.

Optimization problems of sorts arise in all quantitative disciplines from computer science and engineering to operations research and economics. the development of solution methods has been of interest in mathematics for centuries.

**R** tool is a free open-source computing environment which works on several platforms such as Windows, Linux, and macOS. In recent years, there has been an increasing interest in using **R** software to perform the data analysis.

#### 2. Plan:

##### Ch:1 Mathematical Foundations

- 1.1 Linear algebra
- 1.2 Topology
- 1.3 Differential calculus
- 1.4 Algorithm

##### Ch:2 Basics of R

- 2.1 Introduction
- 2.2 Basics of Programming
- 2.3 Decision-Making and Loop Statements
- 2.4 Graphics

##### Ch:3 Optimality Conditions

- 3.1 First-Order Necessary Condition
- 3.2 Second-Order Necessary Condition
- 3.3 Second-Order Sufficient Condition

##### Ch: 4 One-Dimensional Optimization Methods

- 4.1 Introduction
- 4.2 Interval Halving Search Method
- 4.3 Fibonacci Search Method
- 4.4 Golden Section Search Method
- 4.5 Quadratic Interpolation Search Method
- 4.6 Bisection Method
- 4.7 Newton–Raphson Method
- 4.8 Secant Method .

##### Ch:5 Steepest Descent Method

- 5.1 Introduction
- 5.2 Basics of Steepest Descent Method
- 5.3 Steepest Descent Method for Quadratic Functions
- 5.4 Convergence Analysis of Steepest Descent Algorithm .

#### **Ch:6 Conjugate Gradient Methods**

- 6.1 Introduction
- 6.2 Basics of Conjugate Direction
- 6.3 Convergence Analysis of Conjugate Direction Method
- 6.4 Method of Conjugate Gradient

#### **Ch: 7 Newton's Method**

- 7.1 Introduction
- 7.2 Newton's Method for Multiple Unknowns
- 7.3 Convergence Analysis of Newton's Method
- 7.4 Modified Newton's Method

### **3. Références**

- Fethi kadhi and Moncef Ghazel, The pleasure of optimization, preprint.
- Shashi Kant Mishra and Bhagwat Ram, Introduction to Unconstrained Optimization with R, Springer 2019.
- Simon Serovajsky, Optimization and Differentiation, Publisher: Chapman and Hall/CRC, 2018.

# **ANNEXE I : FICHES DESCRIPTIVES DES UNITES D'ENSEIGNEMENT (UE) ET DES ÉLÉMENTS CONSTITUTIFS (ECUE) DU TRONC COMMUN (M1)**

\*\*\*\*\*

## **Partie 2 :**

**Unités d'enseignement fondamentales, transversales et**

# optionnelles du SEMESTRE 2

## Fiche descriptive d'une unité d'enseignement (UE) et des éléments constitutifs d'une unité d'enseignement (ECUE)

### Intitulé de l'UE Génies des Connaissances

Nombre des crédits: 6

Code UE : MRI/M1.S2.TC1

|                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| Université : Université de la Manouba | Etablissement : Ecole Nationale des Sciences de l'Informatique |
|---------------------------------------|--|

|   |                            |
|---|----------------------------|
| Domaine de formation : Sciences et Techniques | Mention : Computer Science |
| Diplôme et Parcours<br>MR - Informatique ...  | Semestre<br>2              |

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

- Ce cours introduit les briques de base de l'IA et s'intéresse surtout à l'aspect représentation des connaissances et résolution de problèmes à base de recherche arborescente heuristique
- Comprendre les possibilités et les limites du Machine Learning (ML)
- 

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

- Logique formelle
- Théorie des langages et des automates
- Modélisation probabiliste
- Connaissances mathématiques

## 3- Eléments constitutifs de l'UE (ECUE)

### 3.1- Enseignements

| Eléments constitutifs |  | Volume des heures de formation présentielle (14 semaines) |           |    |           | Crédits  |
|-----------------------|--|---|-----------|----|-----------|----------|
|                       |  | Cours   | TD        | TP | Autres    |          |
| S2.TC1.1              | Intelligence artificielle                              | 28  | 14        |    | 15        | 3        |
| S2.TC1.2              | Machine Learning & application aux données multimédias | 28  | 14        |    | 15        | 3        |
| <b>Total</b>          |  | <b>56</b>   | <b>28</b> |    | <b>30</b> | <b>6</b> |

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

### 4.1- Enseignements (Présenter une description succincte des programmes de chaque ECUE et joindre le programme détaillé à la fiche descriptive de l'UE)

1- Le cours introduit les briques de base de l'IA et s'intéresse surtout à l'aspect représentation des connaissances et résolution de problèmes à base de recherche arborescente heuristique

2- Comprendre les possibilités et les limites du Machine Learning (ML)

- Formuler son propre problème de ML
- Explorer et manipuler des données

### 4.2- Activités pratiques de l'UE

|  |
|--|
|  |
|  |

## 5- Méthodes pédagogiques et moyens didactiques spécifiques à l'UE

- Enseignement par étude de cas, et/ou des exercices d'évaluation pour approfondir plus les notions de base.
- Enseignement appuyé par des travaux dirigés contenant des exercices développant un concept ou un groupe de concepts.

## 6- Examens et évaluation des connaissances

### 6.1- Méthode d'évaluation et régime d'examens

Contrôle continue sous forme d'un devoir surveillé + Examen final écrit

Contrôle continue sous forme d'un devoir surveillé + Examen final écrit



**6.2 - 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     | Contrôle continue |      |              |             | Examen final |      |              |             | Coef. de l'ECUE | Coef. de l'UE au sein du parcours |
|----------|-------------------|------|--------------|-------------|--------------|------|--------------|-------------|-----------------|-----------------------------------|
|          | EPREUVES          |      |              | Pondération | EPREUVES     |      |              | Pondération |                 |                                   |
|          | Ecrit             | Oral | TP et Autres |             | Ecrit        | Oral | TP et Autres |             |                 |                                   |
| S2.TC1.1 | 100%              |      |              | 30%         | 100%         |      |              | 70%         |                 |                                   |
| S2.TC1.2 | 100%              |      |              | 30%         | 100%         |      |              | 70%         |                 |                                   |

# Annexe 1 de la Fiche descriptive de l'UE MRI/M1.S2.TC1

Unité d'Enseignement : Génies des connaissances

Code UE : MRI/M1.S2.TC1

## ECUE n° 1 Intelligence Artificielle

Code ECUE : S2.TC1.1

### Objectif du Cours:

Ce cours introduit les briques de base de l'IA et s'intéresse surtout à l'aspect représentation des connaissances et résolution de problèmes à base de recherche arborescente heuristique.

### Plan du Cours

1. Paradigmes de l'IA
2. Représentation de connaissances
3. Systèmes experts
4. Résolution arborescente :
  - 4.1. Recherche aveugle :
    - 4.1.1. Recherche en profondeur
    - 4.1.2. Recherche en largeur
  - 4.2. Recherche heuristique
    - 4.2.1. L'algorithme A\* et ses dérivés
    - 4.2.2. L'algorithme AO\* et ses dérivés

## Annexe 2 de la Fiche descriptive de l'UE MRI/M1.S2.TC1

Unité d'Enseignement : Génies des connaissances

Code UE : MRI/M1.S2.TC1

### ECUE n° 2 Machine Learning & application aux données Multimédia

Code ECUE : S2.TC1.2

#### Objectifs de l'ECUE

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 (Reconnaissances des formes, traitement de textes, ...)

#### Plan

##### 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

- I- Reconnaissance des formes
- II- Traitement de texte

## Fiche descriptive d'une unité d'enseignement (UE) et des éléments constitutifs d'une unité d'enseignement (ECUE)

### Intitulé de l'UE Théorie de la programmation

**Nombre des crédits: 6**  
**Code UE : MRI/M1.S2.TC2**

|  |   |
|--|---|
| <b>Université : Université de la Manouba</b> | <b>Etablissement : Ecole Nationale des Sciences de l'Informatique</b> |
|--|---|

|  |                                   |
|--|-----------------------------------|
| <b>Domaine de formation : Sciences et Techniques</b> | <b>Mention : Computer Science</b> |
| <b>Diplôme et Parcours</b><br>MR - Informatique ...  | <b>Semestre</b><br>2              |

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

- Le but de ce cours est de présenter aux étudiants, 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.
- Comprendre l'intérêt et les origines de la Programmation Orientée-Objet (POO).
- Maîtriser les nouveaux concepts introduits par le style de POO.
- Se familiariser avec les langages de programmation C++ et Java et apprendre à les utiliser pour programmer dans un style objet.
- 

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

- **Algorithmique**
- **Langage C**

#### 3- Eléments constitutifs de l'UE (ECUE)

##### 3.1- Enseignements

| Eléments constitutifs |  | Volume des heures de formation présentielle (14 semaines) |           |    |           | Crédits  |
|-----------------------|--|---|-----------|----|-----------|----------|
|                       |  | Cours   | TD        | TP | Autres    |          |
| S2.TC2.1              | Calculabilité et décidabilité            | 28  | 14        |    | 10        | 3        |
| S2.TC2.2              | Paradigmes des langages de programmation | 28  | 14        |    | 15        | 3        |
| <b>Total</b>          |  | <b>56</b>   | <b>28</b> |    | <b>25</b> | <b>6</b> |

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

**4.1- Enseignements** (Présenter une description succincte des programmes de chaque ECUE et joindre le programme détaillé à la fiche descriptive de l'UE)

**1**Ce cours présente, 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. Le cours se focalise aussi sur l'

- a- l'aspect représentation par propriétés mesurables, définitions récursives et expressions régulières.  
 b- L'aspect reconnaissance par les automates finis, les automates à pile et les machines de Turing.  
 c- L'aspect génération par les grammaires régulières, non contextuelles et contextuelles,
- 2- Ce cours vise à montrer l'intérêt et les origines de la Programmation Orientée-Objet (POO), maîtriser les nouveaux concepts introduits par le style de POO, se familiariser avec les langages de programmation C++ et Java et apprendre à les utiliser pour programmer dans un style objet.

#### 4.2- Activités pratiques de l'UE

- 1- Un projet pourra être donné pour appliquer les notions acquises dans le cadre de la compilation  
 2- Un projet sera réalisé visant à mettre en place une application orientée objet en c++ ou en java

#### 5- Méthodes pédagogiques et moyens didactiques spécifiques à l'UE

- Enseignement par étude de cas, et/ou des exercices d'évaluation pour approfondir plus les notions de base.
- Utiliser Moodle pour accéder aux différents supports de cours, TDs, TP et l'énoncé du projet et pour déposer les travaux à rendre ...
- 

#### 6- Examens et évaluation des connaissances

##### 6.1- Méthode d'évaluation et régime d'examens

- 1- Contrôle continu sous forme d'un devoir surveillé accompagné d'une évaluation de travaux pratiques + Examen final écrit  
 2- Contrôle continu sous forme d'un devoir surveillé accompagné d'une évaluation de travaux pratiques + Examen final écrit

**6.2 - 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     | Contrôle continue |      |              |             | Examen final |      |              |             | Coef. de l'ECUE | Coef. de l'UE au sein du parcours |
|----------|-------------------|------|--------------|-------------|--------------|------|--------------|-------------|-----------------|-----------------------------------|
|          | EPREUVES          |      |              | Pondération | EPREUVES     |      |              | Pondération |                 |                                   |
|          | Ecrit             | Oral | TP et Autres |             | Ecrit        | Oral | TP et Autres |             |                 |                                   |
| S2.TC2.1 | 70%               |      | 30%          | 30%         | 100%         |      |              | 70%         | 1.5             | 3                                 |
| S2.TC2.2 | 65%               |      | 35%          | 30%         | 100%         |      |              | 70%         | 1.5             |                                   |

## Annexe 2 de la Fiche descriptive de l'UE MRI/M1.S2.TC2.1

Unité d'Enseignement : Algorithmique et programmation

Code UE : MRI/M1.S2.TC2

### ECUE n° 1 Algorithmique et complexité

Code ECUE : S2.TC 2.1

#### Objectifs de l'ECUE

Ce module, s'intéressant à certains des multiples aspects du Génie Algorithmique, consiste en

- une présentation d'une approche systématique d'évaluation de performances d'algorithmes,
- une description comparative de paradigmes et techniques avancées de conception d'algorithmes
- une analyse des principales méthodes d'approximation (heuristiques) pour la résolution de problèmes durs.

Au terme de ce cours, l'étudiant sera capable d' :

- Évaluer la complexité temporelle et spatiale des différents types d'algorithmes (itératifs et récursifs).
- Comparer la difficulté de deux problèmes de décision.
- Associer un problème de décision à une classe de complexité (P, NP, CoNP, NP-complet).
- Résoudre un problème donné en utilisant un paradigme de programmation adéquat (diviser pour régner, glouton, Branch and Bound, Programmation dynamique).

#### Pré-requis:

- L'étudiant doit être capable d'écrire un algorithme qui répond à un problème donné. Cet algorithme doit être correcte (il se termine et donne la bonne réponse quelque soit la donnée en entrée). Cet algorithme peut être de type itératif ou récursif.
- L'étudiant doit maîtriser le fonctionnement des machines de Turing.

#### Plan

##### **Chapitre 1 : Complexité des algorithmes**

- Introduction : pourquoi calculer la complexité des algorithmes ?
- Notions de calculs asymptotiques : les fonctions Têtha, Oméga...
- Comment calculer la complexité d'un algorithme itératif ?
- Exercices d'applications
- Rappel sur les algorithmes récursifs
- Calcul de l'équation récursive et méthodes de résolution : méthode par substitution, par développement itératif et théorème général.
- Exercices d'applications

##### **Chapitre 2 : Complexité des problèmes**

- Rappel sur les Machines de Turing Déterministes
- Problèmes d'optimisation combinatoire et problèmes de décision.
- La Classe P.
- Machine de Turing non déterministe.
- La Classe NP.

- Transformation de Turing.
- Exercices d'application.
- Transformation polynômiale.
- Exercices d'application
- Rappel du problème de Satisfiabilité.
- NP complétude.
- Théorème de Cook Levin.
  - Exercices d'application

### Chapitre 3 : Paradigmes de programmation

- Diviser pour régner
- Méthode Branch and Bound
- Méthode gloutonne
- Programmation dynamique

### **Bibliographie**

- [1] Ullman, Jeffrey D. et Aho, Alfred V., et Hopcroft, John E. The design and analysis of computer algorithms. Addison-Wesley, 1974
- [2] T. Cormen & al., Algorithmique, Dunod, 2010 (3ème édition)
- [3] J. Dréo, A. Pérowski, 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] B. Ben Mabrouk, *Application de la Programmation Dynamique Parallèle pour la Résolution de Problèmes d'Optimisation Combinatoire*, Thèse de Doctorat, UTM-FST, 2016.

## Annexe 2 de la Fiche descriptive de l'UE MRI/M1.S2.TC2

Unité d'Enseignement : Théorie de la programmation

Code UE : MRI/M1.S2.TC2

### ECUE n° 2 Techniques avancées de programmation

Code ECUE : S2.TC2.2

#### Objectifs de l'ECUE

A la fin de cette unité d'enseignement élémentaire, les étudiants devront :

- 1- Distinguer entre les différentes structures de données de types collections et savoir les utiliser dans leurs programmes.
- 2- Se familiariser avec les méthodes de résolution de problèmes et être capable de les appliquer
- 3- Comprendre les représentations sous forme de graphes et savoir implémenter des programmes de recherche et de parcours dans des graphes.
- 4- Acquérir les notions et les concepts de base de la programmation fonctionnelle
- 5- Différencier entre les différents types de patron de conception et savoir les mettre en œuvre pour la création de programmes

#### Plan

##### **Chapitre 0 : Modes de programmation**

1. Mode orienté objet
2. Mode impératif
3. Mode logique
4. Mode fonctionnel

##### **Chapitre 1 : Structures de données avancées en JAVA**

1. Présentation de l'API Java Collections
2. Les collections de type Set
  - SortedSet, NavigableSet, TreeSet, HashSet, LinkedHashSet, CopyOnWriteArraySet, EnumSet, ConcurrentSkipListSet
3. Les collections de type List
  - ArrayList, Vector, LinkedList, CopyOnWriteArrayList, Stack
4. Les collections de type Queue
  - PriorityQueue, BlockingQueue, Deque, BlockingDeque
5. Les collections de type Map :



- HashTable, HashMap, LinkedHashMap, SortedMap, NavigableMap, TreeMap, ConcurrentMap, ConcurrentNavigableMap, WeakHashMap, IdentityHashMap, EnumMap

## **Chapitre 2 : Structures de données avancées en C++**

1. Présentation de C++ Standard Template Library
2. Sequence containers
  - vector, list, deque
3. Associative containers
  - set, multiset, map, multimap
4. Derived containers
  - stack, queue, Priority-queue

## **Chapitre 3 : Méthodes de résolution de problèmes**

1. Force brute
2. Diviser pour régner
3. Algorithmes gloutons
4. Programmation dynamique

## **Chapitre 4 : Algorithmes sur les graphes**

1. Représentation des graphes
2. Parcours des graphes
3. Recherche du plus court chemin
4. Arbre couvrant

## **Chapitre 5 : Programmation fonctionnelle en Java**

1. Introduction au lambda calcul
2. L'historique des lambdas pour Java
3. Les expressions lambda
4. Les références de méthodes
5. Les interfaces fonctionnelles
6. Les fonctions anonymes
7. Les fonctions en résultat
8. Covariance et mutabilité
9. Patron « Map-Reduce »

## **Chapitre 6 : Design Patterns en Java**

2. Les Patterns Créateurs :
  - Abstract Factory, Singleton
3. Les Patterns Comportementaux:
  - Observer, Chain of Responsibility, Command, Interpreter, Iterator, Mediator, Memento, State, Strategy, Template Method, Visitor
4. Les Patterns Structuraux :
  - Composite, Adapter, Bridge, Decorator, Façade, Flyweight, Proxy

## **Bibliographie**

- [1]. Maurice Naftalin et Philip Wadler, Java Generics and Collections, 2007 O'Reilly Media, ISBN: 978-0-596-52775-4
- [2]. Lescanne, P. (1996). Programmation fonctionnelle et substitutions explicites.
- [3]. Sedgewick and Wayne, Algorithms, Addison Wesley, Fourth edition, 2011. I <http://algs4.cs.princeton.edu/home/>
- [4]. PackageJavaUtilFunction (JSE8). Javadoc of the package java.util.function of JAVA SE 8. <https://docs.oracle.com/javase/9/docs/api/java/util/function/package-summary.html>
- [5]. Saumont, P.-Y. (2017). Functional Programming in Java—How functional techniques improve your Java programs, Manning Publications
- [6]. Dean, J., & Ghemawat, S. (2004). MapReduce: Simplified data processing on large clusters. OSDI'04: Sixth Symposium on Operating System Design and Implementation, San Francisco, CA (2004), pp. 137-150
- [7]. Dean, J., & Ghemawat, S. (2008). MapReduce: simplified data processing on large clusters. Communications of the ACM, 51(1), 107-113.
- [8]. Markus Eisele, Modern Java EE Design Patterns Building Scalable Architecture for Sustainable Enterprise Development, 2015, O'Reilly Media
- [9]. Steven John Metsker, William C. Wake, Les Design Patterns en Java, 2009 Pearson Education

## Fiche descriptive d'une unité d'enseignement (UE) et des éléments constitutifs d'une unité d'enseignement (ECUE)

### Intitulé de l'UE Génie Logiciel

**Nombre des crédits: 6**

**Code UE : MRI/M1.S2.TC3**

|  |   |
|--|---|
| <b>Université : Université de la Manouba</b> | <b>Etablissement : Ecole Nationale des Sciences de l'Informatique</b> |
|--|---|

|  |                                   |
|--|-----------------------------------|
| <b>Domaine de formation : Sciences et Techniques</b> | <b>Mention : Computer Science</b> |
| <b>Diplôme et Parcours</b><br>MR - Informatique ...  | <b>Semestre</b><br>2              |

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

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.

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

|  |
|--|
|  |
|--|

#### 3- Eléments constitutifs de l'UE (ECUE)

##### 3.1- Enseignements

| Eléments constitutifs |   | Volume des heures de formation présentielle (14 semaines) |           |    |           | Crédits  |
|-----------------------|---|---|-----------|----|-----------|----------|
|                       |   | Cours   | TD        | TP | Autres    |          |
| S2.TC3.1              | Ingénieries des méthodes et des processus | 28  | 14        |    | 10        | 3        |
| S2.TC3.2              | Méthodes formelles                        | 28  | 14        |    | 10        | 3        |
| <b>Total</b>          |   | <b>56</b>   | <b>28</b> |    | <b>20</b> | <b>6</b> |

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

##### 4.1- Enseignements (Présenter une description succincte des programmes de chaque ECUE et joindre le programme détaillé à la fiche descriptive de l'UE)

**1-** 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

L'unité 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.

#### 4.2- Activités pratiques de l'UE

1- Faire des TPs utilisant STARUML

#### 5- Méthodes pédagogiques et moyens didactiques spécifiques à l'UE

- Utiliser Moodle pour accéder aux différents supports de cours, TDs et TPs et pour déposer les travaux à rendre
- Enseignement appuyé par des travaux dirigés et pratiques contenant des exercices développant un concept ou un groupe de concepts.

#### 6- Examens et évaluation des connaissances

##### 6.1- Méthode d'évaluation et régime d'examens

Contrôle continue sous forme d'un devoir surveillé accompagné d'une évaluation de travaux pratiques + Examen final écrit

Contrôle continue sous forme d'un devoir surveillé + Examen final écrit

**6.2 - 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     | Contrôle continue |      |              |             | Examen final |      |              |             | Coef. de l'ECUE | Coef. de l'UE au sein du parcours |
|----------|-------------------|------|--------------|-------------|--------------|------|--------------|-------------|-----------------|-----------------------------------|
|          | EPREUVES          |      |              | Pondération | EPREUVES     |      |              | Pondération |                 |                                   |
|          | Ecrit             | Oral | TP et Autres |             | Ecrit        | Oral | TP et Autres |             |                 |                                   |
| S2.TC3.1 | 65%               |      | 40%          | 40%         | 100%         |      |              | 60%         | 1.5             | 3                                 |
| S2.TC3.2 | 100%              |      |              | 30%         | 100%         |      |              | 70%         | 1.5             |                                   |

## **Annexe 1 de la Fiche descriptive de l'UE MRI/M1.S2.TC3**

**Unité d'Enseignement : Génie logiciel**

**Code UE : MRI/M1.S2.TC3**

### **ECUE n° 1 Ingénierie des méthodes et des processus**

**Code ECUE : S2.TC3.1**

#### **Objectifs de l'ECUE**

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**

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

## Annexe 2 de la Fiche descriptive de l'UE MRI/M1.S2.TC3

Unité d'Enseignement : Génie Logiciel

Code UE : MRI/M1.S2.TC3

### ECUE n° 2 Méthodes formelles

Code ECUE : S1.TC3.2

#### Objectifs de l'ECUE

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

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.

## Fiche descriptive d'une unité d'enseignement (UE) et des éléments constitutifs d'une unité d'enseignement (ECUE)

### Intitulé de l'UE Formation à la recherche

**Nombre des crédits: 6**  
**Code UE : MRI/M1.S2.TC4**

|  |   |
|--|---|
| <b>Université : Université de la Manouba</b> | <b>Etablissement : Ecole Nationale des Sciences de l'Informatique</b> |
|--|---|

|  |                                   |
|--|-----------------------------------|
| <b>Domaine de formation : Sciences et Techniques</b> | <b>Mention : Computer Science</b> |
| <b>Diplôme et Parcours</b><br>MR - Informatique ...  | <b>Semestre</b><br>2              |

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

- Doter l'étudiant, futur chercheur, d'un certain nombre d'outils linguistiques et de communication indispensables pour la réalisation d'un travail de recherche.
- Définir les bonnes pratiques pour un raisonnement scientifique de recherche
- Maitriser un anglais scientifique

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

**2 Anglais**

#### 3- Eléments constitutifs de l'UE (ECUE)

##### 3.1- Enseignements

| Eléments constitutifs |  | Volume des heures de formation présentielle (14 semaines) |           |    |           | Crédits  |
|-----------------------|--|---|-----------|----|-----------|----------|
|                       |  | Cours   | TD        | TP | Autres    |          |
| S2.TC4.1              | Anglais  |   | 21        |    | 10        | 3        |
| S2.TC4.2              | Initiation à la recherche et à la vie du chercheur |   | 21        |    | 10        | 3        |
| <b>Total</b>          |  |   | <b>42</b> |    | <b>20</b> | <b>6</b> |

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

**4.1- Enseignements** (Présenter une description succincte des programmes de chaque ECUE et joindre le programme détaillé à la fiche descriptive de l'UE)

Viser l'apprentissage d'un anglais ciblée et scientifique

Dans l'optique de préparer les étudiants à être des chercheurs, le cours vise à apprendre des méthodes, des bonnes pratiques pour avoir un raisonnement scientifiques et savoir rédiger des articles.

##### 4.2- Activités pratiques de l'UE

Des exposés oraux en anglais pour mieux valoriser les différents acquis

Un projet personnel sera demandé aux apprenants pour apprendre à écrire un article, réaliser une étude bibliographique sur une thématique liée à différentes thématiques d'actualité, analyser,

synthétiser et conclure

## 5- Méthodes pédagogiques et moyens didactiques spécifiques à l'UE

- Exposés, discussion et synthèse
- Enseignement par étude de cas : analyse et synthèse d'articles de recherche de référence présentant des avancées dans de différentes thématiques.

## 6- Examens et évaluation des connaissances

### 6.1- Méthode d'évaluation et régime d'examens

Contrôle continue sous forme d'exposée + Examen final écrit.

Contrôle continue sous forme d'exposée + Examen final écrit.

**6.2 - 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     | Contrôle continue |      |              |             | Examen final |      |              |             | Coef. de l'ECUE | Coef. de l'UE au sein du parcours |
|----------|-------------------|------|--------------|-------------|--------------|------|--------------|-------------|-----------------|-----------------------------------|
|          | EPREUVES          |      |              | Pondération | EPREUVES     |      |              | Pondération |                 |                                   |
|          | Ecrit             | Oral | TP et Autres |             | Ecrit        | Oral | TP et Autres |             |                 |                                   |
| S2.TC4.1 |                   | 100% |              | 30%         | 100%         |      |              | 70%         | 1.5             | 3                                 |
| S2.TC4.2 |                   | 100% |              | 30%         | 100%         |      |              | 70%         | 1.5             |                                   |



## **Annexe 1 de la Fiche descriptive de l'UE MRI/M1.S2.TC4**

**Unité d'Enseignement : Formation à la recherche**

**Code UE : MRI/M1.S2.TC4**

### **ECUE n° 1 Anglais**

**Code ECUE : S2.TC4.1**

#### **Objectifs de l'ECUE**

- Acquisition des techniques de présentation orale
- Pratique intensive de la compréhension et de l'expression orale
- Anglais professionnel et préparation au TOEFL.

#### **Plan**

##### **1. Pratique de l'expression et compréhension orale**

- Le travail s'organise autour de publications et discours scientifiques authentiques
- Le travail de compréhension est renforcé par des activités en autoformation guidée afin de permettre un effet de "bain linguistique" et favoriser l'acquisition d'une plus grande autonomie face aux documents authentiques.
- Les présentations orales permettent aux étudiants de figurer leurs techniques d'expression et de conduite de débat.

##### **2. Préparation du TOEFL**

Le travail de préparation s'inscrit dans le programme de révision grammatical et lexical. Il est renforcé par une sélection d'exercices ciblés. A la fin du cours les étudiants sont encouragés à passer l'examen de TOEFL

## **Annexe 2 de la Fiche descriptive de l'UE MRI/M1.S2.TC4**

**Unité d'Enseignement : Formation à la recherche**

**Code UE : MRI/M1.S2.TC4**

### **ECUE n° 2 Initiation à la recherche**

**Code ECUE : S1.TC4.2**

#### **Objectifs de l'ECUE**

Cet élément décrit aux étudiants les étapes par laquelle passe l'écriture d'un article scientifique à partir de la bibliographie, au choix du titre, à l'analyse de résultat jusqu'à la conclusion.

#### **Plan**

Veille  
Etat de l'art et méthodes  
Plagiat  
Rédaction  
Bibliographie

## Fiche descriptive d'une unité d'enseignement (UE) et des éléments constitutifs d'une unité d'enseignement (ECUE)

### Intitulé de l'UE Sécurité et systèmes embarqués

**Nombre des crédits: 6**

**Code UE : MRI/M1.S2.TC5**

|  |   |
|--|---|
| <b>Université : Université de la Manouba</b> | <b>Etablissement : Ecole Nationale des Sciences de l'Informatique</b> |
|--|---|

|  |                                   |
|--|-----------------------------------|
| <b>Domaine de formation : Sciences et Techniques</b> | <b>Mention : Computer Science</b> |
| <b>Diplôme et Parcours</b><br>MR - Informatique ...  | <b>Semestre</b><br>2              |

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

- Définition de la sécurité et des différentes méthodes de base utilisées
- Initier les étudiants aux systèmes embarqués (SE)
- Comprendre la notion de prototypage et de réaliser de petits circuits pouvant être utilisés dans la vie courante.

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

Algorithmique  
Programmation C  
Notions électriques

#### 3- Eléments constitutifs de l'UE (ECUE)

##### 1. 3.1- Enseignements

| Eléments constitutifs |                                     | Volume des heures de formation présentielle (14 semaines) |           |          |           | Crédits  |
|-----------------------|-------------------------------------|---|-----------|----------|-----------|----------|
|                       |                                     | Cours   | TD        | TP       | Autres    |          |
| S2.TC5.1              | Sécurités informatique              | 28  | 14        |          | 10        | 3        |
| S2.TC5.2              | Introduction aux systèmes embarqués | 28  | 7         | 7        | 10        | 3        |
| <b>Total</b>          |                                     | <b>56</b>   | <b>21</b> | <b>7</b> | <b>20</b> | <b>6</b> |

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

**4.1- Enseignements** (Présenter une description succincte des programmes de chaque ECUE et joindre le programme détaillé à la fiche descriptive de l'UE)

**2- l'unité** va permettre aux étudiants de s'initier aux systèmes embarqués (SE) et de Comprendre la notion de prototypage et de réaliser de petits circuits pouvant être utilisés dans la vie courante en utilisant une plateforme de prototypage simple comme Arduino par exemple

#### 4.2- Activités pratiques de l'UE

2- Les étudiants auront à réaliser des travaux pratiques pour comprendre les fonctionnalités

individuellement (communication externe, conversion analogique numérique, etc.). Ensuite Un projet personnel sera demandé aux apprenants qui englobe toutes les fonctionnalités et ce dans un cadre d'une thématique d'actualité

## 5- Méthodes pédagogiques et moyens didactiques spécifiques à l'UE

- Enseignement appuyé par des travaux dirigés et pratiques contenant des exercices développant un concept ou un groupe de concepts.
- Développement de prototype de différentes applications

## 6- Examens et évaluation des connaissances

### 6.1- Méthode d'évaluation et régime d'examens

1- Contrôle continue sous forme d'un examen écrit + Examen final écrit.

2- Contrôle continue sous forme d'un travail personnel et d'un examen écrit + Examen final écrit.

**6.2 - 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     | Contrôle continue |      |              |             | Examen final |      |              |             | Coef. de l'ECUE | Coef. de l'UE au sein du parcours |
|----------|-------------------|------|--------------|-------------|--------------|------|--------------|-------------|-----------------|-----------------------------------|
|          | EPREUVES          |      |              | Pondération | EPREUVES     |      |              | Pondération |                 |                                   |
|          | Ecrit             | Oral | TP et Autres |             | Ecrit        | Oral | TP et Autres |             |                 |                                   |
| S1.TC4.1 | 100%              |      |              | 30%         | 100%         |      |              | 70%         | 1.5             | 3                                 |
| S2.TC4.2 | 60%               |      | 40%          | 30%         | 100%         |      |              | 70%         | 1.5             |                                   |

# Annexe 1 de la Fiche descriptive de l'UE MRI/M1.S2.TC5

Unité d'Enseignement : Sécurité et systèmes embarqués

Code UE : MRI/M1.S2.TC5

## ECUE n° 1 Sécurité informatique

Code ECUE : S2.TC5.1

### Objectifs de l'ECUE

- Connaître les notions de base de la cryptographie
- Apprendre à identifier et à évaluer les risques d'un système simple
- Compréhension générale de la problématique
- Acquérir des notions de bases de la sécurité des réseaux et des systèmes d'exploitation

### Plan

#### **1. Introduction à la sécurité des systèmes d'information et des réseaux**

- 1.1 Introduction
- 1.2 Terminologie de la sécurité informatique
- 1.3 Services de la sécurité informatique
- 1.4 Sources de menaces de la sécurité informatique
- 1.5 Mécanismes de la sécurité informatique
- 1.6 Risques
- 1.7 Politique de sécurité
- 1.8 Audit de la sécurité

#### **2. Vulnérabilités et attaques de sécurité**

- 2.1. Vulnérabilités
  - 2.1.1. Vulnérabilités au niveau organisationnel
  - 2.1.2. Vulnérabilités au niveau physique
  - 2.1.3. Vulnérabilités au niveau technologique
- 2.2. Attaques de sécurité
  - 2.2.1. Ingénierie sociale
  - 2.2.2. Les attaques réseaux
  - 2.2.3. Les attaques système
- 2.3. Typologie des attaquants

#### **3. Gestion des risques**

- 3.1. Processus de gestion des risques
- 3.2. Identification du contexte
- 3.3. Identification du risque
- 3.4. Estimation du risque
- 3.5. Évaluation du risque
- 3.6. Traitement du risque
- 3.7. Acceptation du risque
- 3.8. Communication du risque
- 3.9. Suivi et réévaluation

#### **4. Cryptologie**

- 4.1. Introduction

- 4.2. La cryptographie
  - 4.2.1. La cryptographie symétrique
  - 4.2.2. La cryptographie asymétrique
  - 4.2.3. La cryptographie mixte ou hybride
- 4.3. Authentification et intégrité des messages
  - 4.3.1. Fonctions de hachage
  - 4.3.2. MAC – Message Authentication Code
  - 4.3.3. Signature numérique
- 4.4. Gestion de clés
  - 4.4.1. Distribution des clés
  - 4.4.2. Protocole d'échange de clés de Diffie-Hellman
  - 4.4.3. Certificat de clé publique
  - 4.4.4. PKI – Public Key Infrastructure
- 4.5. La cryptanalyse
  - 4.5.1. Attaque sur texte chiffré seul
  - 4.5.2. Attaque à texte clair connu
  - 4.5.3. Attaque à texte clair choisi
  - 4.5.4. Attaque à texte chiffré choisi
- 4.6. La stéganographie

### **Bibliographie**

- 1- “Handbook of applied cryptography”, Alfred J. Menezes, Paul C. van Oorschot and Scott A. Vanstone, CRC Press, Fifth Printing (August 2001)
- 2- “Applied Cryptography: Protocols, Algorithms, and Source Code in C”, Bruce Schneier, John Wiley & Sons, 1996

**ANNEXE II : FICHES DESCRIPTIVES DES UNITES  
D'ENSEIGNEMENT (UE) ET DES ÉLÉMENTS  
CONSTITUTIFS (ECUE) DU  
SEMESTRE III – Parcours « Data Science »**

**ANNEXE II : FICHES DESCRIPTIVES DES UNITES  
D'ENSEIGNEMENT (UE) ET DES ÉLÉMENTS  
CONSTITUTIFS (ECUE) DU  
SEMESTRE III – Parcours « Data Science »**

\*\*\*\*\*

**Partie 1 :  
Unités d'enseignement fondamentales**



# Fiche descriptive d'une unité d'enseignement (UE) et des éléments constitutifs d'une unité d'enseignement (ECUE)

## Intitulé de l'UE Machine and deep learning

**Nombre des crédits :**

**5**

**Code UE :UF1**

|  |                                   |
|--|-----------------------------------|
| <b>Université : de la Manouba</b>                      | <b>Etablissement : ENSI</b>       |
| <b>Domaine de formation : Sciences et technologies</b> | <b>Mention : Computer Science</b> |
| <b>MERSI</b>   | <b>Parcours : Data Science</b>    |
| <b>Semestre : S3</b>                                   |                                   |

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

L'objectif de cette Unité consiste à introduire les notions de bases du Machine et du Deep-Learning et à maîtriser ces concepts. Cette UE permet également de découvrir les dernières avancées dans le domaine du Machine Learning et d'être capable de choisir le meilleur modèle pour une situation ou une problématique particulière.

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

Le public ciblé doit avoir des connaissances de base en programmation (Python et Java) et en bases de données relationnelles.

- Algèbre linéaire,
- Analyse numérique matricielle
- Optimisation
- Probabilité et variables aléatoires.
- Probabilité multivariée
- Processus stochastique et séries temporelles
- Estimation statistique et simulation aléatoire
- Calcul différentiel
- Courbes et surfaces
- Introduction à la géométrie différentielle
- Algorithmes des réseaux de neurones
- Simulation des vecteurs aléatoires.

### 3- Eléments constitutifs de l'UE (ECUE)

#### - Enseignements

| Eléments constitutifs                         | Volume des heures de formation présentielle<br>(14 semaines) |    |    |        | Crédits |
|---|--|----|----|--------|---------|
|   | Cours  | TD | TP | Autres |         |
| - EC1.1 Neural Machine Learning               | 21   |    |    |        | 2       |
| - EC1.2 Récentes avancées en Machine Learning | 42   |    |    |        | 3       |
| Total   | 63   |    |    |        | 5       |

#### **4- Contenu**

**4.1- Enseignements** (Présenter une description succincte des programmes de chaque ECUE et joindre le programme détaillé à la fiche descriptive de l'UE)

1-This course is a high-level theoretical introduction to the foundations and major techniques of Neural Networks.

2-Il s'agit de présenter les différentes approches en Machine Learning et présenter les dernières avancées dans ce domaine.

#### **4.2- Activités pratiques de l'UE**

Un projet personnel sera demandé aux apprenants comprenant une étude bibliographique sur une thématique liée au cours.

#### **5- Méthodes pédagogiques et moyens didactiques spécifiques à l'UE**

Enseignement par vidéo projecteur  
 Articles scientifiques, ouvrages de référence, langage de programmation python  
 Utilisation des Mooc

## 6- Examens et évaluation des connaissances

### 6.1- Méthode d'évaluation et régime d'examens

Régime mixte : contrôle continue sous forme d'un travail personnel : synthèse et analyse d'un travail pratique  
 + Examen final écrit.

Régime mixte : contrôle continue sous forme d'un travail personnel : synthèse et analyse d'un travail pratique  
 + Examen final écrit.

### 12 - Validation de l'UE

| ECU<br>E   | Contrôle continue |      |              |             | Examen final |      |              |             | Coef. de l'UE au sein du parcours |                 |
|--|-------------------|------|--------------|-------------|--------------|------|--------------|-------------|-----------------------------------|-----------------|
|  | EPREUVES          |      |              | Pondération | EPREUVES     |      |              | pondération |                                   | Coef. de l'ECUE |
|  | Ecrit             | Oral | TP et Autres |             | Ecrit        | Oral | TP et Autres |             |                                   |                 |
| - EC1.1<br>Neural Machine Learning               | 100%              |      |              | 30%         | 100%         |      |              | 70%         | 3                                 | 5               |
| - EC1.2<br>Récentes avancées en Machine Learning | 100%              |      |              | 30%         | 100%         |      |              | 70%         | 2                                 |                 |

**Unité d'Enseignement**  
**Machine and deep learning**

**Code UE : UF1**

**ECUE n° 1**

Neutral Machine Learning **(21h)**

**Code ECUE : EC1.1**

### Description

L'objectif de ce cours est d'étendre les connaissances de l'étudiant en logique formelle à l'automatisation du raisonnement de l'être humain en introduisant la modélisation et la déduction. La Modélisation mathématique du cerveau humain est introduite en utilisant les Réseaux de neurones formels comme réseaux d'unités de calcul élémentaire interconnectées. L'étudiant devient capable de modéliser les énoncés et de mettre en place un système qui automatise le raisonnement.

### Plan du cours

1. Les systèmes formels
  - Formalisme
  - Déduction
  - Preuve de théorèmes
2. Le langage Prolog
  - Présentation des concepts
  - Étude de cas
3. Les Réseaux de neurones
  - Présentation des concepts
  - Étude de cas

### Références

1. J.-P. Renard, Réseaux neuronaux (une introduction accompagnée d'un modèle Java), Vuibert
2. G. Dreyfus, M. Samuelides, J.-M. Martinez, M. B. Gordon, F. Badran, S. Thiria, L. Hérault, Réseaux de neurones (méthodologies et applications), Eyrolles
3. T. Mitchell, Machine learning, Mac Graw Hil

**ECUE n° 2**  
**Récentes avancées en Machine Learning**

## Plan du cours

### 1. Simulation de données

Création artificielle d'exemples d'observations de type données linéaires

1. Notion d'échantillon, d'échantillon supervisé et non supervisé, échantillon d'apprentissage, échantillon test.
2. Génération d'observations de vecteurs aléatoires pour une distribution donnée.
3. Notion de classifieur (K-partition, application mesurable de l'espace X des attributs dans l'ensemble des classe) classifieur linéaire et non linéaire
4. Le modèle probabiliste de la classification : le couple aléatoire (attribut, label)
5. Les probabilités a priori les probabilités a posteriori, la loi mélange, les loi conditionnelles
6. La règle de classification de Bayes

- **Estimation ponctuelle**

Estimation des densités de probabilité d'une variable aléatoire réelle puis de celle d'un vecteur aléatoire modélisant les primitives ou les attributs d'un objet d'un univers

1. Paramétrique
  1. Par la méthode du maximum de vraisemblance
  2. A l'aide du Système de Person
2. Non paramétrique et théorèmes de convergence :
  3. De l'histogramme,
  4. De la méthode du noyau, l'algorithme Plug-in
  5. Noyau-difféomorphisme
  6. De la méthode des fonctions orthogonales
  7. Plugin pour l'ajustement des paramètres des estimateurs non paramétriques
  8. Discussion et intérêt en ML
3. Programmation : étude des conditions de convergence du cas de l'estimateur de l'histogramme d'un vecteur aléatoire : Malédiction de la dimension (à l'aide de Matlab ou de Python)  
Application de la règle de Bayes : Points fort et limitations (malédiction de la dimension et supervision)

- **Réduction de dimension**

- Réduction Linéaire**

- a. Formulation du problème
- b. L'algorithme de l'analyse en composante principale (ACP)

- c. L'analyse discriminante Linéaire LDA, description et mise en œuvre sur des données multidimensionnelles simulées
- d. Intérêts
- e. Contribution à l'application de la règle de classification bayésienne : Etude du système : ACP LDA Bayes
- f. Intérêt et limitations.
- g. Les distance en probabilité

#### **Réduction non linéaire**

- a. Rappel Variétés différentielles et variétés de Riemann (espace tangent, les application exponentielles et logarithmique
- b. ACP fonctionnelle
- c. Exemple les espaces quotient et les espaces de formes
- d. Réducteur non linéaire et supervisé par Réseaux de neurones interconnectés

#### **4. Classification**

##### **Classification linéaire**

- a. K moyenne

##### **Classification non linéaire**

- a. des K plus proches voisin (KNN) Comparaison avec le classifieur Bayésien)
- b. Sport Vectors Machine (SVM)
- c. Le classifieur basé sur les réseaux de neurones NN+ Naïve Bayes

##### **Classification non linéaire et non supervisée**

- a. La famille d'algorithmes d'identification de mélange+ Bayés
- b. EM Gaussien EM Pearson EM non paramétrique, SEM SAEM, EM Bootstrapé ...EM Gaussien multivarié..
- c. Classifieur ACP EM Bayes multivarié (non linéaire et hybride)
- d. Réducteur de dimension basé distance  $L^2$  (distance de Patrick-Fisher ou l'inertie probabiliste de  $L^2$ ) +Bayes

#### **6. Classification par l'approche profonde non linéaire supervisée (Deep Learning)**

- a. Convolutional Neural Network (CNN) + Soft Max puis Bayes
- b. CNN géométrique
- c. Augmentation de données par transformations géométriques linéaires (Linear geometric Data augmentation)
- d. Augmentation de données par transformations géométriques non linéaires (Non Linear Data augmentation)
- e. Critères de comparaison des classifieurs

—

# Fiche descriptive d'une unité d'enseignement (UE) et des éléments constitutifs d'une unité d'enseignement (ECUE)

**Intitulé de l'UE**

**Modélisation**

**Nombre des crédits :**

**6**

**Code UE : UF2**

**Université : de la Manouba**

**Etablissement : ENSI**

**Domaine de formation :** Sciences et technologies

**Mention :** Computer Science

**MERSI**

**Parcours :** Data Science

**Semestre :** S3

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

La modélisation mathématique des données est au Cœur de cette unité de recherche avec une ouverture sur les données financières et la modélisation des risques de crédit

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

## 3- Eléments constitutifs de l'UE (ECUE)

### - Enseignements

| Eléments constitutifs                           | Volume des heures de formation présentielle<br>(14 semaines) |    |    |           | Crédits  |
|---|--|----|----|-----------|----------|
|   | Cours  | TD | TP | Autres    |          |
| - EC2.1 Finance quantitative & risque de crédit | <b>42</b>  |    |    | <b>10</b> | <b>3</b> |
| - EC2.2 Théorie des catégories et Optimisation  | <b>42</b>  |    |    | <b>10</b> | <b>3</b> |
| <b>Total</b>                                    | <b>84</b>  |    |    | <b>20</b> | <b>6</b> |

## 4- Contenu

## 5- Méthodes pédagogiques et moyens didactiques spécifiques à l'UE

Enseignement par vidéo projecteur  
 Articles scientifiques, ouvrages de référence, langage de programmation python  
 Utilisation des Mooc

## 6- Examens et évaluation des connaissances

### 6.1- Méthode d'évaluation et régime d'examens

Régime mixte : contrôle continue sous forme d'un travail personnel : synthèse et analyse d'un travail pratique + Examen final écrit.

Régime mixte : contrôle continue sous forme d'un travail personnel : synthèse et analyse d'un travail pratique + Examen final écrit.

### 13 - Validation de l'UE

| ECU<br>E   | Contrôle continue |      |              |             | Examen final |      |              |             | Coef. de l'ECUE | Coef. de l'UE au sein du parcours |
|--|-------------------|------|--------------|-------------|--------------|------|--------------|-------------|-----------------|-----------------------------------|
|  | EPREUVES          |      |              | Pondération | EPREUVES     |      |              | Pondération |                 |                                   |
|  | Ecrit             | Oral | TP et Autres |             | Ecrit        | Oral | TP et Autres |             |                 |                                   |
| - EC2.1<br>Finance quantitative & risque de crédit | 100%              |      |              | 30%         | 100%         |      |              | 70%         | 3               | 6                                 |
| - EC2.2<br>Théorie des catégories et Optimisation  | 100%              |      |              | 30%         | 100%         |      |              | 70%         | 3               |                                   |



## ECUE n° 1

### Finance quantitative & risque de crédit

## Partie 1 : Finance Quantitative (21h)

### Objectifs

La première partie du cours a pour objectifs d'introduire les principaux outils quantitatifs et modèles mathématiques utilisés en finance de marché. Relier les propriétés des séries financières et les problématiques importantes en finance aux approches de modélisation mathématique les plus appropriées. Présenter les hypothèses de base de fonctionnement des marchés financiers et l'évolution historique des modélisations mathématiques proposées. Introduire les principales techniques quantitatives pour la gestion de portefeuilles, l'évaluation des risques financiers et la valorisation de produits dérivés. Appliquer les techniques et modèles sur des données financières et montrer leurs apports aux différents intervenants. Plusieurs applications sur Excel permettront de maîtriser la pratique des méthodes et concepts présentés dans ce cours.

### Plan

#### 1. Les produits financiers

- a. Introduction aux marchés financiers
- b. Les produits financiers

#### 2. L'évolution des contrats de terme

- a. Notion de base
- b. Détermination du prix forward
- c. Évaluation des contrats forward

#### 3. Le modèle d'évaluation des options en temps discret : modèle de Cox Ross et Rubinstein

- a. Le modèle binomial mono-période
- b. L'extension du modèle à deux périodes
- c. Généralisation de la formule binomial à n périodes
- d. L'évaluation des options américaines
- e. Prise en compte des dividendes
- f. L'évaluation des options sur indice
- g. L'évaluation des options sur futures
- h. L'évaluation des options de changes

#### 4. L'évaluation des options en temps discret : La formule de Black et Scholes

- a. Rappel des calculs stochastiques
- b. Fondement théorique et dérivation mathématique
- c. Implémentation de la formule de Black et Scholes
- d. Les extensions de la formule de Black et Scholes
- e. Les dérivés partielles : la couverture dynamique

### RÉFÉRENCES

- a. Yves Simon, Delphine Lautier, Christophe Morel, Finance internationale, 10e édition.
- b. Bourguinat, Teïletche, Dupuy, Finance internationale, Dunod, 2007.
- c. John Hull, options futures and other derivatives
- d. Paul Krugman, Maurice Obstfeld, Economie internationale, 9e édition, Pearson, 2012.

## Partie 2 : Risque de Crédit (21h)

### Objectifs

Alors que la deuxième partie permet d'acquérir une bonne connaissance du fonctionnement du système monétaire international, comprendre le fonctionnement du marché des changes au comptant et à terme, comprendre le fonctionnement des opérations sur les différents compartiments du marché des changes, faire connaître les différents types de risques de change et les instruments qui permettent de les couvrir.

### Plan

#### **I. INTRODUCTION AU MARCHÉ DES CHANGES :**

- a. Historique du système monétaire international
- b. Le régime de change en Tunisie
- c. Organisation du marché international des changes
- d. Les participants au marché des changes
- e. Les supports utilisés
- f. Les opérations effectuées sur le marché des changes

#### **II. LE MARCHÉ DES CHANGES AU COMPANT (SPOT) :**

- a. Définition et caractéristiques
- b. Les modalités de cotation des taux de change
- c. Le passage de la cotation à l'incertain à la cotation au certain
- d. Le calcul des cours croisés (cross rates)
- e. L'arbitrage géographique
- f. L'arbitrage triangulaire (pour propre compte de la banque et pour le compte de la clientèle)

#### **III. LE MARCHÉ DES CHANGES A TERME (FORWARD)**

- a. Définition et caractéristiques
- b. Notions de report et de déport à terme
- c. Cotations sur le marché des changes à terme
- d. Le mécanisme de formation des cours à terme : le change à terme sec (forward outright)
- e. Le calcul du cours à terme acheteur
- f. Le calcul du cours à terme vendeur
- g. Les swaps de change

#### **IV. LA COUVERTURE DU RISQUE DE CHANGE PAR LES OPTIONS DE CHANGE**

- a. Origine et développement des marchés d'options
- b. Les marchés de gré à gré
- c. Les marchés organisés
- d. Les calls/devises
- e. Les puts/devises
- f. Les déterminants des options sur devises
- g. Le principe d'une couverture du risque de change par les options de change

### RÉFÉRENCES

- e. Yves Simon, Delphine Lautier, Christophe Morel, Finance internationale, 10e édition.
- f. Bourguinat, Teiletche, Dupuy, Finance internationale, Dunod, 2007.
- g. John Hull, options futures and other derivatives
- h. Paul Krugman, Maurice Obstfeld, Economie internationale, 9e édition, Pearson, 2012.

## Unité d'Enseignement

Modélisation

Code UE : UF2

## ECUE n° 2

Théorie des catégories et Optimisation

Code ECUE : EC2.2

### Objectives:

Mathematical optimization or mathematical programming is the selection of a best element, with regard to some criterion, from some set of available alternatives. Optimization problems of sorts arise in all quantitative disciplines from computer science and engineering to operations research and economics. The development of solution methods has been of interest in mathematics for centuries. **R** tool is a free open-source computing environment which works on several platforms such as Windows, Linux, and macOS. In recent years, there has been an increasing interest in using **R** software to perform the data analysis.

### Plan:

#### **1 Mathematical Foundations**

- 1.1 Linear algebra
- 1.2 Topology
- 1.3 Differential calculus
- 1.4 Algorithm

#### **2 Basics of R**

- 2.1 Introduction
- 2.2 Basics of Programming
- 2.3 Decision-Making and Loop Statements
- 2.4 Graphics

#### **3 Optimality Conditions**

- 3.1 First-Order Necessary Condition
- 3.2 Second-Order Necessary Condition
- 3.3 Second-Order Sufficient Condition

#### **Ch: 4 One-Dimensional Optimization Methods**

- 4.1 Introduction
- 4.2 Interval Halving Search Method
- 4.3 Fibonacci Search Method
- 4.4 Golden Section Search Method
- 4.5 Quadratic Interpolation Search Method
- 4.6 Bisection Method

4.7 Newton–Raphson Method

4.8 Secant Method .

## **5 Steepest Descent Method**

5.1 Introduction

5.2 Basics of Steepest Descent Method

5.3 Steepest Descent Method for Quadratic Functions

5.4 Convergence Analysis of Steepest Descent Algorithm .

## **6 Conjugate Gradient Methods**

6.1 Introduction

6.2 Basics of Conjugate Direction

6.3 Convergence Analysis of Conjugate Direction Method

6.4 Method of Conjugate Gradient

## **7 Newton’s Method**

7.1 Introduction

7.2 Newton’s Method for Multiple Unknowns

7.3 Convergence Analysis of Newton’s Method

7.4 Modified Newton’s Method

## **Références**

1. Fethi kadhi and Moncef Ghazel, The pleasure of optimization, preprint.
2. Shashi Kant Mishra and Bhagwat Ram, Introduction to Unconstrained Optimization with R, Springer 2019.
3. Simon Serovajsky, Optimization and Differentiation, Publisher: Chapman and Hall/CRC, 2018.

# Fiche descriptive d'une unité d'enseignement (UE) et des éléments constitutifs d'une unité d'enseignement (ECUE)

## Intitulé de l'UE Data Processing and Computer Vision

**Nombre des crédits :**

**6**

**Code UE : UF3**

|                                   |                             |
|-----------------------------------|-----------------------------|
| <b>Université : de la Manouba</b> | <b>Etablissement : ENSI</b> |
|-----------------------------------|-----------------------------|

|  |                                   |
|--|-----------------------------------|
| <b>Domaine de formation :</b> Sciences et technologies | <b>Mention :</b> Computer Science |
| <b>MERSI</b>   | <b>Parcours :</b> Data Science    |
| <b>Semestre :</b> S3                                   |                                   |

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

Etudier les spécificité des différents type de données : audio, image, texte , vidéo et les techniques de leurs analyse et traitement avec une ouverture sur les systèmes embarqués

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

- Linear algebra
- Basic calculus
- Probability and Statistics
- Electronique analogique et numérique

### 3- Eléments constitutifs de l'UE (ECUE)

#### - Enseignements

| Eléments constitutifs                                  | Volume des heures de formation présentielle<br>(14 semaines) |    |    |        | Crédits |
|--|--|----|----|--------|---------|
|  | Cours  | TD | TP | Autres |         |
| - EC3.1<br>Systèmes embarqués et 3D-4D computer vision | 42   |    |    | 10     | 3       |
| - EC3.2<br>Multi-Dimensional signal processing         | 42   |    |    | 10     | 3       |
| <b>Total</b>   | 63   |    |    | 30     | 6       |

## 7- Méthodes pédagogiques et moyens didactiques spécifiques à l'UE

Enseignement par vidéo projecteur  
 Articles scientifiques, ouvrages de référence, langage de programmation python  
 Utilisation des Mooc

## 8- Examens et évaluation des connaissances

### 6.1- Méthode d'évaluation et régime d'examens

Régime mixte : contrôle continue sous forme d'un travail personnel : synthèse et analyse d'un travail pratique + Examen final écrit.

Régime mixte : contrôle continue sous forme d'un travail personnel : synthèse et analyse d'un travail pratique + Examen final écrit.

### 14 - Validation de l'UE

| ECU<br>E  | Contrôle continue |      |              |             | Examen final |      |              |             | Coef. de l'ECUE | Coef. de l'UE au sein du parcours |
|---|-------------------|------|--------------|-------------|--------------|------|--------------|-------------|-----------------|-----------------------------------|
|   | EPREUVES          |      |              | Pondération | EPREUVES     |      |              | Pondération |                 |                                   |
|   | Ecrit             | Oral | TP et Autres |             | Ecrit        | Oral | TP et Autres |             |                 |                                   |
| - EC2.1<br>3D-4D<br>Computer<br>Vision &<br>Système<br>Embarqué | 100%              |      |              | 30%         | 100%         |      |              | 70%         | 3               | 6                                 |
| - EC2.2<br>Multidimensional signal<br>processing                | 100%              |      |              | 30%         | 100%         |      |              | 70%         | 3               |                                   |

## Unité d'Enseignement

Data Processing & Computer Vision

Code UE : UF3

## ECUE n° 1

Systèmes Embarqués et 3D-4D Computer Vision

Code ECUE : EC3.1

### **Première Partie : Systèmes embarqués (21h)**

#### Description

Dans une première phase on donne à l'étudiant les fondements des architectures et les caractéristiques des systèmes embarqués ainsi que les méthodes et les outils de conception et de développement d'architectures de systèmes embarqués.

#### Plan

##### **CHAPITRE 1. INTRODUCTION et description**

- 1- Rappels sur les microprocesseurs, microcontrôleurs, FPGA, DSP, ....
- 2- Rappels sur les architectures CISC, RISC, SSI, MSI, LSI, VLSI, ULSI
- 3- Présentation de l'architecture des CPU ARM et classification de la gamme des processeurs Cortex.
- 4- Cartographie mémoire, noyau startup.

##### **CHAPITRE 2. Définition d'un système embarqué**

Définition, Spécifications, caractéristiques, utilisations, réalisations des systèmes embarqués.  
Pourquoi un système embarqué?

##### **CHAPITRE 3. Méthodologie de conception d'un système embarqué**

- 1- Présentation de l'architecture logicielle et matérielle d'un système embarqué : (Processeur embarqué, mémoires, système multibus, pipeline d'exécution, ...).
- 2- Différentes étapes de conception d'un système embarqué : du composant matériel jusqu'à l'application logicielle.
- 3- Exemples de systèmes embarqués utilisés dans différents domaines.
- 4- Optimisation des architectures (software et hardware) : temps d'exécution, capacité, coût, ...
- 5- Co-design : jumelage entre le matériel et le logiciel, entre DSP et FPGA, ... (Méthodologie de conception qui supporte le développement coopératif et concurrent des parties logicielles et matérielles : co-spécification, co-développement et co-vérification ...)
- 6- Commande des systèmes embarqués.

##### **CHAPITRE 4. Applications**

Présenter les deux aspects hardware et software en utilisant soit la solution FPGA/VHDL ou bien Microcontrôleur STM32/C...C++, ...

###### **I. Etude du microcontrôleur STM32**

Les différents TP consistent à développer des applications en C dans l'environnement de développement IAR. Ainsi, l'étudiant pourrait simuler son application, faire le débogage et finalement programmer son application directement sur la mémoire du microcontrôleur et la tester sur la carte.

**TP1** : Commande de Led à travers le GPIO du système à microprocesseur : STM32F4 discovery et étude de la librairie CMSIS et des différents drivers

**TP2** : développement d'une interruption externe.

**TP3** : Transfert de données entre périphériques avec le DMA

**TP4** : Envoi de données entre STM32 et un autre système à travers l'UART

**TP5** : Interfaçage avec le SP

###### **II. Le langage VHDL**

1. Entity, architecture
2. les différentes modélisations : comportementale, structurelle, flot de données
3. les instructions concurrentes :
4. les instructions séquentielles
5. les configurations
6. les types, les opérateurs, les variables, les signaux, les délais...
7. Simulation et validation des modèles VHDL
8. Les tests bench
9. code coverage.

#### Références bibliographiques:

1. Jean-André Biancolin, Temps réel: spécification et conception des systèmes temps réel, Hermès Science Publications, 1995.
2. Q. Li and C. Yao, Real-Time Concepts for Embedded Systems, CMP Books, 2003.
3. 4- D. E. Simon, an Embedded Software Primer, Addison-Wesley Professional, 1999.

## **Deuxième Partie : 3D-4D computer vision (21h)**

### **Description**

Dans cette deuxième partie les compétences visées sont :

1. Compréhension des fondements de base des données 3D et 4D.
2. Compréhension des manières d'organisation des données 3D et 4D et l'effet sur l'extraction de l'information.
3. Maîtrise des méthodes de construction des objets 3D et 4D.
4. Maîtrise des méthodes d'harmonisation des données 3D et 4D.
5. Maîtrise de la notion d'alignement des objets 3D.

### **Plan**

6. Chapitre 1 : Introduction aux données 3D et 4D
7. Chapitre 2 : Méthodes de reconstruction des objets 3D
8. Chapitre 3 : Harmonisation des données 3D
9. Chapitre 4 : Alignement des objets 3D
10. Chapitre 5 : Etude des données 4D

### **Références**

- [1] D.A. Forsyth and J. Ponce, Computer Vision : A Modern Approach (2nd edition), Prentice Hall, 2011.
- [2] R. Hartley and A. Zisserman, Multiple View Geometry in Computer Vision (2nd edition), Cambridge University Press, 2011.



## Unité d'Enseignement

Data Processing & Computer Vision

Code UE : UF3

## ECUE n° 2

Multidimensional signal processing

Code ECUE : EC3.2

### Objectif

This course is concerned with understanding signals of more than one variable and with systems for processing them. The most common examples of these signals include images, video, 3D...

### Plan

1. Multi-D Discrete-Time(Space) Signals and Systems
  - 1.1 Representation of Multi-D Signals, Special 2-D Sequences
  - 1.2 Multi-D Linear Shift-Invariant Systems, Discrete Convolution
  - 1.3 Separable Systems
  - 1.4 Implementation and Computational Cost
  - 1.5 Fourier Representation of Multi-D Discrete-Time Signals and Systems
2. Multi-D Sampling
  - 2.1 The Sampling Theorem, Reconstruction
  - 2.2 Rectangular Sampling
  - 2.3 General Periodic Multi-D Sampling
  - 2.4 2-D Hexagonal Sampling
  - 2.5 Sampling Density, The Nyquist Density
  - 2.6 Processing Signals Sampled on Arbitrary Lattices
3. Multi-D Discrete Fourier Transform (DFT)
  - 3.1 Computable Transform for Multi-D Finite-Length Signals
  - 3.2 Properties: Periodicity, Discrete Fourier Series
  - 3.3 Rectangular Discrete Fourier Transform
  - 3.4 Circular Convolution
  - 3.5 Implementation: Direct, Row-Column Decomposition
  - 3.6 Multi-D Vector-Radix Fast Fourier Transform
  - 3.7 Computational Complexity and Storage Issues

- 3.8 General DFT for Signals Sampled on Arbitrary Lattices
- 3.9 Discrete Cosine Transform (DCT) and relation to DFT
- 4. Multi-D Finite Impulse Response (FIR) Digital Filters
  - 4.1 Direct Implementation, DFT-based implementation, Block Processing
  - 4.2 Window-based Designs
  - 4.3 Optimal Least-Squares Designs
  - 4.4 Optimal Constrained Designs
  - 4.5 Fast Design and Realization Using Transformations
- 5. Multi-D Infinite Impulse Response (IIR) Digital Filters
  - 5.1 Two-D Difference Equations, Recursive Computability
  - 5.2 Z-Transform: Definition, Region of Convergence, Properties
  - 5.3 System Functions, Stability Analysis
  - 5.4 Implementation: Recursive, Iterative
- 6. Processing of Propagating Space-Time Signals
  - 6.1 Space-Time Signals, Plane Waves
  - 6.2 Space-Time Filtering
  - 6.3 Array Processing, Beamforming
  - 6.4 Weighted Delay and Sum Beamformer
  - 6.5 Seismic Migration, Geophysical Processing
- 7. Multi-D Signal Restoration and Reconstruction
  - 7.1 Reconstruction from Projections, Back-Projection Algorithm
  - 7.2 Reconstruction from Phase or Magnitude

### **Bibliographie**

- [1] D. E. Dudgeon and R. M. Mersereau, « Multidimensional digital signal processing », édité par Prentice Hall en 1984.
- [2] R. C. Gonzales et R. E. Woods, « Digital image processing » publié chez Addison & Westley en 1992
- [3] A. K. Jain, « Fundamentals of digital image processing » édité par Prentice Hall en 1989
- [4] J. C. Russ, « The image processing handbook », édité par CRC en 1992.

## Fiche descriptive d'une unité d'enseignement (UE) et des éléments constitutifs d'une unité d'enseignement (ECUE)

|  |
|--|
| <b>Intitulé de l'UE</b><br><b>Statistiques de formes et calculs</b><br><b>Invariants</b> |
|--|

|   |
|---|
| <b>Nombre des crédits :</b><br><b>4</b> |
|---|

|                      |
|----------------------|
| <b>Code UE : UF4</b> |
|----------------------|

|                                   |                             |
|-----------------------------------|-----------------------------|
| <b>Université : de la Manouba</b> | <b>Etablissement : ENSI</b> |
|-----------------------------------|-----------------------------|

|  |                                   |
|--|-----------------------------------|
| <b>Domaine de formation : Sciences et technologies</b> | <b>Mention : Computer Science</b> |
|--|-----------------------------------|

|              |                                |                      |
|--------------|--------------------------------|----------------------|
| <b>MRESI</b> | <b>Parcours : Data Science</b> | <b>Semestre : S3</b> |
|--------------|--------------------------------|----------------------|

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

L'objectif de cette unité est d'initier les traitements non linéaires de données du 1D au 4D, apprendre à faire des statistiques sur l'espace des formes et le calcul des invariants de formes

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

- Linear algebra
- Basic calculus
- Probability and Statistics

### 3- Eléments constitutifs de l'UE (ECUE)

#### - Enseignements

| Eléments constitutifs                                 | Volume des heures de formation présentielle<br>(14 semaines) |    |    |           | Crédits  |
|---|--|----|----|-----------|----------|
|   | Cours  | TD | TP | Autres    |          |
| - EC4.1<br>Traitement non linéaires des données 2d-3d | 21   |    |    | 10        | 2        |
| - EC4.2<br>Statistique de formes et calcul invariants | 21   |    |    | 10        | 2        |
| <b>Total</b>  | <b>42</b>  |    |    | <b>20</b> | <b>4</b> |

-

#### 4- Contenu

#### 4.2- Activités pratiques de l'UE

## 1- Méthodes pédagogiques et moyens didactiques spécifiques à l'UE

Enseignement par vidéo projecteur  
 Articles scientifiques, ouvrages de référence, langage de programmation python  
 Utilisation des Mooc

## 2- Examens et évaluation des connaissances

### 6.1- Méthode d'évaluation et régime d'examens

Régime mixte : contrôle continue sous forme d'un travail personnel : synthèse et analyse d'un travail pratique  
 + Examen final écrit.

Régime mixte : contrôle continue sous forme d'un travail personnel : synthèse et analyse d'un travail pratique  
 + Examen final écrit.

### 6.2 - Validation de l'UE

| ECU<br>E                                   | Contrôle continue |      |              |             | Examen final |      |              |             | Coef. de l'ECUE | Coef. de l'UE au sein du parcours |
|--|-------------------|------|--------------|-------------|--------------|------|--------------|-------------|-----------------|-----------------------------------|
|  | EPREUVES          |      |              | Pondération | EPREUVES     |      |              | Pondération |                 |                                   |
|  | Ecrit             | Oral | TP et Autres |             | Ecrit        | Oral | TP et Autres |             |                 |                                   |
| Traitement non linéaires des données 2d-3d | 100%              |      |              | 30%         | 100%         |      |              | 70%         | 4               | 2                                 |
| Statistique de formes et calcul invariants | 100%              |      |              | 30%         | 100%         |      | 70%          | 2           |                 |                                   |

# Fiche descriptive de l'UE

## Unité d'Enseignement

Statistiques de formes et calcul invariants

Code UE : UF4

### ECUE n° 1 : Traitement non linéaires des données 2d-3d

Code ECUE : EC4.1

#### Objectifs

L'objectif est de mettre l'accent sur les différentes méthodes de traitement non linéaire de données 2D et 3D. Ces méthodes permettent de résoudre un grand nombre de problèmes pour les données 2D ainsi que 3D. A l'issue de ce cours l'étudiant sera en mesure de connaître les fondements des données 2D et 3D, maîtriser les techniques de filtrage linéaire et non linéaire, connaître les opérateurs de base de la morphologie mathématique ainsi que les opérateurs avancés de cette approche non linéaire. En effet la morphologie mathématique permet d'aborder toute la chaîne d'analyse des données 2D et 3D.

#### PLAN

1. Fondements des Données 2D et 3D
  - a. Caractéristiques des données 2D
  - b. Caractéristiques des données 3D
  - c. Applications 2D et 3D
2. Filtrage Non Linéaire
  - a. Filtrage Linéaire
  - b. Filtrage Non linéaire**
3. Morphologie Mathématique : Opérateurs de Base
  - a. Notion de Treillis
  - b. Rappels sur les notions d'ensembles
  - c. Propriétés des opérations sur les ensembles
  - d. Opérations de Minkowski
  - e. Transformations morphologiques binaires
  - f. Transformations Morphologiques sur des images en niveaux de gris
  - g. Opérateurs par Combinaison
  - h. Opérateurs par différence
  - i. Les Transformations de voisinage
4. Morphologie Mathématique : Représentation Discrète et Opérateurs Avancés
  - a. Géodésie
  - b. Représentation discrète
  - c. Granulométrie
  - d. Filtre Alterné Séquentiel
  - e. Erodés ultimes

- f. Mesures géodésiques
- g. Squelettisation
- h. Ligne de Partage des eaux

## Bibliographie

- [1] L. Najman et H. Talbot, Morphologie Mathématique 1 : approches déterministes, Hermès - Lavoisier, Paris, 2008.
- [2] J.P. Cocquerez et S. Philipp, Analyse d'images : filtrage et segmentation, Masson 1995.
- [3] P. Saha, G. Borgefors, and G. S. di Baja, Skeletonization – Theory, Methods, and Applications. Elsevier, 2017. Ch. 2.

# Fiche descriptive de l'UE

## Unité d'Enseignement

Statistiques de formes et calcul invariants

Code UE : UF4

## ECUE n° 2 : Statistique de formes et calcul invariants

Code ECUE : EC4.2

### PLAN :

#### I. SEGMENTATION D'IMAGES PAR LES MODELES PARAMETRIQUES :

- 1) Méthodes classiques de segmentation
- 2) Les contours actifs paramétriques
- 3) Le modèle Snake
- 4) Les améliorations : GVF Snake et Balloons
- 5) A priori de forme
- 6) TP

#### II. SEGMENTATION D'IMAGES PAR LES MODELES LEVEL SET :

- 1) L'approche level set et la bande étroite
- 2) Modèles basés frontières
- 3) Modèles basés région
- 4) A priori de forme
- 5) TP

#### III. DESCRIPTEURS DE FORMES

- 1) La transformée de Fourier et DCT
- 2) Descripteurs de Fourier contours invariants
- 3) Descripteurs région : moments géométriques, moments de Hu
- 4) TD, TP

#### IV. PROBABILITE ET STATISTIQUES

- 1) Rappel de probabilité
- 2) Variable aléatoire et calcul de statistiques
- 3) Calcul de statistique de formes
- 4) Classification Bayésienne
- 5) TD, TP





# Plans des cours du M2 – Parcours SS

## Modules obligatoires (42h)

- ✓ Advanced Machine Learning et Deep Learning
- ✓ Génie des données massives
- ✓ Fouilles de données massives (Big Data Mining)
- ✓ Architectures d'objets connectés, plateformes IoT et systèmes cyber-physiques

## Modules obligatoires (21h)

- ✓ Technologies de communications pour l'Internet of Things (IoT)
- ✓ Représentation de connaissances & Raisonnement
- ✓ Initiation à la recherche et à l'innovation pédagogique (à définir ult.)
- ✓ Séminaires (à définir ultérieurement)

## Modules optionnels (liste prévisionnelle)

### Spéc. « Advanced Intelligent Sys. »

- ✓ Génie des systèmes intelligents
- ✓ Systèmes complexes
- ✓ TALN
- ✓ Systèmes de recommandation
- ✓ BI et outils décisionnels (à confirmer)
- ✓ SIG intelligents (à confirmer)
- ✓ Web sémantique et Web de données
- ✓ Architecture d'entreprise et gouvernance
- ✓ Process Mining

### Spéc. « Internet of Things »

- ✓ Cryptographie, IoT et Blockchain
- ✓ Cybersecurity
- ✓ Cloud Computing and Cloud networking
- ✓ Informatique quantique (à confirmer)
- ✓ Applications émergentes de l'IoT (Exemple : Smart Cities)
- ✓ Simulations et éval. des perf.
- ✓ QoS dans les systèmes intelligents
- ✓ Systèmes robotiques intelligents
- ✓ Systèmes de Transport Intelligents

# Advanced Machine & Deep Learning

## Part 1: Récentes avancées en Machine Learning

### Prérequis

- Algèbre linéaire,
- Analyse numérique matriciel
- Optimisation
- Probabilité et variables aléatoires.
- Probabilité multivarié
- Processus stochastique et séries temporelles
- Estimation statistique et simulation aléatoire
- Calcul différentiel
- Courbes et surfaces
- Introduction à la géométrie différentielle
- Algorithmes des réseaux de neurones
- Simulation des vecteurs aléatoire.

## Plan du cours

### 1. Simulation de données

Création artificielle d'exemples d'observations de type données linéaires

- Notion d'échantillon, d'échantillon supervisé et non supervisé, échantillon d'apprentissage, échantillon test.
- Génération d'observations de vecteurs aléatoires pour une distribution donnée.

Notion de classifieur (K-partition, application mesurable de l'espace X des attributs dans l'ensemble des classe) classifieur linéaire et non linéaire

Le modèle probabiliste de la classification : le couple aléatoire (attribut, label)

Les probabilités a priori les probabilités a posteriori, la loi mélange, les loi conditionnelles

La règle de classification de Bayes

### 2. Estimation ponctuelle

- Estimation des densités de probabilité d'une variable aléatoire réelle puis de celle d'un vecteur aléatoire modélisant les primitives ou les attributs d'un objet d'un univers
  - o Paramétrique
    - Par la méthode du maximum de vraisemblance
    - A l'aide du Système de Person
  - o Non paramétrique et théorèmes de convergence des
    - De l'histogramme,
    - De la méthode du noyau, l'algorithme Plug-in
    - Noyau-difféomorphisme
    - De la méthode des fonctions orthogonales
- Programmation : étude des conditions de convergence du cas de l'estimateur de l'histogramme d'un vecteur aléatoire : Malédiction de la dimension (à l'aide de Matlab ou de Python)

- Application de la règle de Bayes : Points fort et limitations (malédiction de la dimension et supervision)

### Réduction de dimension linéaire

- Formulation du problème
- L'algorithme de l'analyse en composante principale (ACP)
- L'analyse discriminante Linéaire LDA, description et mise en œuvre sur des données multidimensionnelles simulées
- Intérêts
- Contribution à l'application de la règle de classification bayésienne : Etude du système : ACP LDA Bayes
- Intérêt et limitations.
- Les distance en probabilité

### Réduction non linéaire

- Rappel Variétés différentielles et variétés de Riemann (espace tangent, les application exponentielles et logarithmique
- ACP fonctionnelle
- Exemple les espaces quotient et les espaces de formes
- Réducteur non linéaire et supervisé par Réseaux de neurones interconnectés

### Classification linéaire

- K moyenne
- **Classification non linéaire**
- des K plus proches voisin (KNN) Comparaison avec le classifieur Bayésien)
- Support Vectors Machine (SVM)
- Le classifieur basé sur les réseaux de neurones NN+ Naïve Bayes

### Classification non linéaire et non supervisée

- La famille d'algorithme d'identification de mélange+ Bayés
- EM Gaussien EM Pearson EM non paramétrique, SEM SAEM, EM Bootstrapé ....EM Gaussien multivarié..
- Classifieur ACP EM Bayes multivarié (non linéaire et hybride)
- Réducteur de dimension basé distance  $L^2$  (distance de Patrick-Fisher ou l'inertie probabiliste de  $L^2$ ) +Bayes

### Classification par l'approche profonde non linéaire supervisée (Deep Learning)

- Convolutional Neural Network (CNN) + Soft Max puis Bayes
- CNN géométrique
- Augmentation de données par transformations géométriques linéaires (Linear geometric Data augmentation)
- Augmentation de données par transformations géométriques non linéaires (Non Linear Data augmentation)
- Critères de comparaison des classifieurs

## Part 2: Applied Machine & Deep learning

## Course description

This course aims to explore machine and deep learning advances. It will first provide a general introduction to machine and deep learning and their utility. Then, it will introduce the different algorithms and validation techniques, providing clear examples from the scientific literature, and including hands-on programming exercises in Python.

## Course objectives:

The main objectives of this course are as follows:

1. Introduce the basics of machine and deep learning.
2. Introduce the different types of machine learning.
3. Practice some supervised, unsupervised, reinforcement and deep learning algorithms.

## Course outline:

### Section A: Machine Learning

#### **Chapter 0. Introduction to machine learning**

1. What is machine learning?
2. Learning paradigms
3. Key concepts
4. Types of machine learning
5. Applications
6. Practical: Introductory example with Python
  - a. Linear regression
  - b. Gradient descent

#### **Chapter 1. Supervised learning**

1. Definition
2. Algorithms
3. KNN
4. Decision trees
5. The perceptron
6. Practical: KNN & Decision trees

#### **Chapter 2. Unsupervised learning**

1. Definition
2. Algorithms
3. K-means
4. Hierarchical Clustering
5. Practical: K-means

#### **Chapter 3. Reinforcement learning**

1. Definition
2. Why
3. Q-learning
4. Practical: Q-learning with Python

### Section B: Deep Learning

## **Chapter 1. Introduction to deep learning for Epidemiology**

1. What is deep learning?
2. Machine learning VS deep learning?
3. Deep learning in Epidemiology
4. Artificial neural networks (ANN)
5. Backpropagation
6. Typology
7. Applications

## **Chapter 2. Recurrent neural networks (RNN)**

1. Definition
2. Algorithms
3. LSTM
4. GRU
5. Practical: LSTM for the prediction of epidemics outbreak (COVID-19 and Influenza cases)

## **Chapter 3. Feed-Forward Neural Network (FFNN)**

1. Definition
2. Algorithms
3. MLP
4. CNN
5. Practical: CNN for the prediction of epidemics outbreak (COVID-19 and Influenza cases)

## **Course readings**

- **Machine Learning Algorithms**, Giuseppe Bonaccorso, Packt Publishing Ltd, 2017 - 360 pages
- **Machine Learning: Algorithms and Applications**, Mohssen Mohammed, Muhammad Badruddin Khan, Eihab Bashier Mohammed Bashier, CRC Press, 19 août 2016 - 226 pages
- **Deep Learning: Fundamentals, Theory and Applications**, Kaizhu Huang, Amir Hussain, Qiu-Feng Wang, Rui Zhang, Springer, 15 févr. 2019 - 163 pages

# Génie des données massives

## Plan du cours

### Objectifs de l'ECUE

L'objectif de ce module consiste à introduire les notions de bases des Big Data. La maîtrise de ce concept d'actualité est indispensable pour la formation des jeunes ingénieurs et très bénéfique puisqu'elle leur permet d'aborder plus facilement les projets (surtout les projets de fin d'études) portant sur les Big Data qui deviennent de plus en plus nombreux. Au terme de ce cours l'étudiant est censé :

- Connaître la différence entre l'approche traditionnelle et l'approche Big Data et savoir dans quels cas le passage de la première vers la deuxième est justifié ;
- Maîtriser les briques de base de la plateforme Hadoop à savoir HDFS et MapReduce et avoir une idée sur les composants de son écosystème ;
- Appréhender l'approche MapReduce pour la résolution de problèmes ;
- Comprendre les limites du modèle relationnel et connaître les différents modèles des bases de données NOSQL.
  
- Connaître les différentes phases d'ingénierie des données, les outils et les processus.
- Mettre en place le patron de conception Data Access Object (DAO) pour accéder à des sources de données depuis un langage de programmation (Persistance)
- Mettre en œuvre les méthodes, exploiter les langages et les outils permettant la modélisation, la gestion efficace et l'exploitation des données fortement structurées ainsi que la transformation des modèles (Modélisation et échange de données)
- Connaître les approches et les métriques pour mettre en place et surveiller un processus de qualité de données (Qualité de données)

En parallèle avec le cours, des exercices et des manipulations pratiques sont proposés aux étudiants afin de leur permettre de concrétiser les notions théoriques qui leur sont enseignées surtout dans la partie MapReduce.

### Chapitre I – Introduction aux Big Data

1. Constats
2. Définition du Big Data
3. Origines du Big Data
4. Les 3V
5. Les 2V supplémentaires
6. Approche traditionnelle vs approche Big Data

### Chapitre II – Hadoop et MapReduce

1. Présentation de Hadoop
2. Histoire de Hadoop
3. Ecosystème de Hadoop
4. HDFS
5. MapReduce V1
6. MapReduce V2
7. Design Patterns MapReduce

### **Chapitre III - Traitement des données**

1. Traitement par lot
2. Traitement par streaming
3. Architecture Lambda

### **Chapitre IV – Bases de données NOSQL**

1. Forces des SGBDR
2. Limites des SGBDR
3. BD NOSQL
4. BDR vs BD NOSQL
5. BD NewSQL
6. Etude de Cassandra

Etude de MongoDB

### **Chapitre V. L'ingénierie des données : Concepts clés, Écosystème et Cycle de vie**

1. Les rôles et les tâches clés d'un cycle de vie d'ingénierie des données sont présentés.
2. La typologie des données, les formats de fichiers, les sources de données et les langages couramment utilisés.
3. Les types de référentiels de données tels que les bases de données relationnelles et non relationnelles, les entrepôts de données, les magasins de données et les lacs de données.
4. Les différentes architectures d'une plate-forme de données, les facteurs de sélection et de conception des magasins de données.

### **Chapitre VI. Ingénierie des données : Approches, méthodes et techniques**

1. Le processus, les étapes et les outils utilisés dans les différentes phases d'ingénierie des données pour collecter, importer, discuter et interroger des données. : Les processus ETL et ELT, les pipelines de données et les plateformes d'intégration de données.
2. Approches de réduction de la complexité, distribution (exemple Réduction du volume de données à travers les Calculs sur un échantillon, Réduction de dimensions : ACP, AFD, AFC)
3. Recherche par similarité : Application aux systèmes de recommandation
4. Application sur les fouilles des graphes : clustering hiérarchique, approches ascendantes et divisives

### **Chapitre VII. Mesures de la Qualité des données**

1. Les composants de la qualité des données et les méthodes de validation et de vérification
2. Persistance des données : Interface d'accès à une base de données, Le patron de conception Data Access Object
3. Modélisation et échange de données (Modélisation et Méta Modélisation, OCL )
4. Data wrangling

### **Chapitre VIII. Surveillance et amélioration de la qualité des données**

Dans ce chapitre, nous nous concentrons sur la surveillance, la gestion et l'amélioration de la qualité des données à travers :

1. Data profiling
2. Master data Management (MDM)

### **Bibliographie**

Ce cours est inspiré des sources suivantes :

#### **Mooc**

- « Fondamentaux pour le Big Data », Télécom ParisTech
- « Introduction à Hadoop et MapReduce », Université Nice Sophia Antipolis

#### **Livres**

- BRUCHEZ, Rudi. *Les bases de données NoSQL et le Big Data : Comprendre et mettre en oeuvre*. Editions Eyrolles, 2015.
- ZIKOPOULOS, Paul, EATON, Chris, *et al.* *Understanding big data: Analytics for enterprise class hadoop and streaming data*. McGraw-Hill Osborne Media, 2011.
- Ryza, S., U. Laserson, S. Owen and J. Wills : *Advanced Analytics with Spark*, O'Reilly, 2014.
- A. Rajaraman and J. D. Ullman : Cambridge University Press, New York, NY, USA, 2014.

#### **Cours**

- SFAXI, Lilia. *Cours Big Data*. INSAT, Université de Tunis Carthage, TUNISIE, 2016.
- NERZIC, Pierre. *Outils Hadoop pour le Big Data*. Université Rennes1, FRANCE, 2016.
- *Support du cours « IBM BigInsights v4.0 »*. IBM, 2016.



# Big Data Mining

## Objectifs de l'ECUE

- This course is a high-level theoretical introduction to the foundations and major techniques of data mining.

## Plan

- 1) Introduction to Data Mining
- 2) The Data Mining process lifecycle
- 3) Frequent Itemsets & Association rules
- 4) Classification (k-Nearest neighbor; Decision Trees)
- 5) Regression (Linear Regression)
- 6) Recommender systems
- 7) Clustering (k-Means method)

## Références

The following references are all in the public domain and are available for free on the Web.

- 1) "**An Introduction to Statistical Learning with Applications in R**", Gareth James et al., First Edition, 2013 <http://www-bcf.usc.edu/~gareth/ISL/>
- 2) "**Mining massive datasets**", Jure Leskovec et al., Second Edition, 2014 <http://www.mmds.org/>
- 3) **Notes de cours**, Prof. Philippe Preux , Université de Lille 3, 2011 <http://www.grappa.univ-lille3.fr/~ppreux/fouille>
- 4) "**Data Mining For The Masses**", Matthew North, 2012

# Architectures d'objets connectés, plateformes IoT et systèmes cyber-physiques

## Plan du Module :

### Partie 1

#### Introduction IoT Transformation in motion

#### Chapitre 1 : IoT Concepts and Architecture

1. IoT concepts
2. IoT architecture
3. Iot Equipement : Hardware/Software architectures
  - a. Gateway and Network
  - b. Sensors Connectivity and peripherals
    - Parallel and serial interfaces
    - Timers
    - General purpose IO
4. IoT prototyping

#### Chapitre 2 : IoT Platforms

1. Designer Oriented Vision
2. Software Oriented Vision

#### Chapter 3 : Low-End Device Operating Systems (OS)

1. Major concerns in IoT OS design
  - a. Architecture
  - b. Scheduling & Real-time capabilities
  - c. Programming model
  - d. Memory footprint
  - e. Network protocols
  - f. Hardware
  - g. Energy efficiency
2. Case study
  - a. Linux OS
  - b. FreeRtos
  - c. MbedOS
  - d. Contiki OS
  - e. Tiny OS
  - f. RIOT OS

### Partie 2

- Lecture 0: Introduction
- Lecture 1: Motivation: Cyber Physical Systems
  - o Embedded Systems vs. Cyber Physical Systems
  - o Requirements and challenges
  - o Examples of CPS and IoT applications

- Lecture 2: Model Based Design
  - o Iterative process of: Modeling, design and analysis
  - o Models vs. implementations, Abstraction layers
  - o Continuous vs. Discrete dynamics
  - o Finite State Machines
- Lecture 3: Sensors and Actuators
  - o How Accelerometers work
  - o Affine Model of Sensors
  - o Bias and Sensitivity
  - o Faults in Sensors
  - o Brief Overview of Actuators
- Lecture 4: Embedded Processors & Memory Architectures
  - o Memory Architectures
  - o Microcontrollers and Memory organization for programs
  - o Memory hierarchies
- Lecture 5: Inputs and Outputs, Interrupts
  - o Microcomputer boards
  - o Serial and parallel interfaces
  - o Input/Output mechanisms in software
- Lecture 6: Multitasking
  - o Thread scheduling
  - o Thread programming problems
- Lecture 7: Operating Systems, Microkernels & Scheduling
  - o Fixed priority vs. dynamic priority scheduling
  - o Priority inversion anomalies
  - o Scheduling anomalies
- Lecture 8: Analysis
  - o Verification: Model checking
  - o Worst case execution time problem
  - o Equivalence and refinement

## Bibliographie

- Chandra, T., Verma, P. and Dwivedi, A. (2016). Operating Systems for Internet of Things. Proceedings of the Second International Conference on Information and Communication Technology for Competitive Strategies - ICTCS '16.
- Elvstam, A. and Nordahl, D. (2016). Operating systems for resource constraint Internet of Things devices: An evaluation. [online] Dspace.mah.se. Available at: <https://dspace.mah.se/handle/2043/20810> [Accessed 7 Feb2017].
- “Internet of Things: Principles and Paradigms”, edited by Rajkumar Buyya and Amir Vahid Dastjerdi, copyright Elsevier and inc. edition 2016.
- “Designing the Internet of Things”, Adrian McEwen, Hakim Cassimally, Wiley and sons Ltd, edition 2014.
- Introduction to Embedded Systems - A Cyber-Physical Systems Approach, Second Edition, by E. A. Lee and S. A. Seshia, 2015. (URL: <http://leeseshia.org/>)

- Based on "Introduction to Embedded Systems": EECS 149/249A UC Berkeley
- Claudius Ptolemaeus, Editor, System Design, Modeling, and Simulation Using Ptolemy II, Ptolemy.org, 2014. (URL: <https://ptolemy.eecs.berkeley.edu/books/Systems/>)

# Technologies de communications pour l'IoT

## Plan

### Objectifs de l'ECUE

- Maîtriser l'architecture protocolaire proposée pour l'Internet des objets.
- Connaître les différents standards proposés pour la communications courte distance dans l'IoT
- Connaître les différents standards proposés pour la communications longue distance dans l'IoT
- Appréhender les mécanismes de couche 3 dédiés à l'IoT
- Connaître les protocoles et les architectures de communication multi-couches dédiés à l'IoT

### Plan

#### **Chapitre 1: Architectures et protocoles de communication pour l'Internet des Objets**

- Introduction générale
- Architectures de communication pour l'IoT
- Notions de passerelles et interaction entre les technologies hétérogènes

#### **Chapitre 2 : Technologies standards au niveau des couches basses (1 et 2)**

- Technologies de communication radio courte portée
  - Les réseaux Wifi (802.11ah) et LiFi
  - RFID
  - NFC
  - Z-Wave
  - Le protocole RFID (Radio Frequency Identification)  
Le protocole BLE (Bluetooth Low Energy)
  - Les réseaux LR-WPAN (Low-Rate Wireless Personal Area Network) ou IEEE 802.15.
  - Le protocole d'automatismes pour le bâtiment KNX
- Technologies de communications radio mobiles longue portée
  - LoRaWan
  - Les réseaux cellulaires : 3G, 4G, 5G
  - SIGFOX

#### **Chapitre 3 : Protocoles de la couche 3**

- IPv6
- 6LowPan
- Routage dans l'IoT : le protocole RPL

### Bibliographie

- Camilo Alejandro Medina, Manuel Ricardo Perez, Luis Carlos Trujillo: IoT Paradigm into the Smart City Vision: A Survey. iThings/GreenCom/CPSCoM/SmartData 2017: 695-704

- Matthias Wählisch, Damla Turgut, Tom Pfeifer, Anura P. Jayasumana: Special issue: Current and future architectures, protocols, and services for the Internet of Things. *Computer Communications* 74: 1-2 (2016)
- Isam Ishaq, David Carels, Girum Teklemariam, Jeroen Hoebeke, Floris Van Den Abeele, Eli De Poorter, Ingrid Moerman, Piet Demeester: IETF Standardization in the Field of the Internet of Things (IoT): A Survey. *J. Sensor and Actuator Networks* 2(2): 235-287 (2013)
- Ala I. Al-Fuqaha, Mohsen Guizani, Mehdi Mohammadi, Mohammed Aledhari, Moussa Ayyash: Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies, Protocols, and Applications. *IEEE Communications Surveys and Tutorials* 17(4): 2347-2376 (2015)

# Représentation des Connaissances et Raisonnement

## Objectifs de l'ECUE

Ce cours expose la nature diverse des connaissances acquises, les problèmes de leur représentation dans un contexte incomplet, incertain, vague, etc., les formalismes de représentation existants et les moyens d'interprétation permettant la mise en œuvre du raisonnement.

## Chapitre I – Représentation de connaissances

Introduction : Définition des connaissances  
Section I : Types des connaissances  
Section II : Représentations relationnelles  
Section III : Représentation procédurale  
Section IV : Représentations objet

## Chapitre II – Représentations relationnelles

Introduction : Caractéristiques relationnelles  
Section I : Logique classique  
Section II : Logique non classique  
Section III : Règles de production

## Chapitre III – Représentations objet

Introduction : Caractéristiques  
Section I : Réseaux sémantiques  
Section II : Frames  
Section III : Ontologies

## Chapitre IV – Ingénierie ontologique

Introduction :  
Section I : Les ontologies  
Section II : Typologie des ontologies  
Section III : L'ingénierie ontologique  
Section IV : Ontologies et raisonnement

# Génie de systèmes intelligents

## Objectifs de l'ECUE

- Passer en revue les disciplines de l'Intelligence Artificielle
- Découvrir les principales approches de prise de décision et de prédiction en Intelligence Artificielle.
- Comprendre le fonctionnement de la résolution collective des problèmes et la prise de décision distribuée.

## Chapitre I - Intelligence Artificielle et approche symbolique

Introduction : Représentation symbolique  
Section I : Systèmes à base de connaissances  
Section II : Apprentissage symbolique  
Section III : Problèmes de l'IA symbolique

## Chapitre II - Intelligence Artificielle et approche connexionniste

Introduction : Le connexionnisme  
Section I : Modèle biologique  
Section II : Modèle mathématique et fonctionnement  
Section III : Apprentissage connexionniste

## Chapitre III - Intelligence Artificielle et approche bayésienne

Introduction : Le théorème de Bayes  
Section I : Réseaux bayésiens  
Section II : Inférences bayésiennes  
Section III : Apprentissage bayésien

## Chapitre IV - Intelligence Artificielle Distribuée

Introduction : De l'IA à l'IAD aux Agents Logiciels  
Section I : Intelligence collective  
Section II : Métaphore sociale  
Section III : Métaphore biologique  
Section IV : Simulation multi-agents



# Systemes complexes

## Objectifs

1. Introduire les systemes de systemes.
2. Expliquer et presenter les principes de l'ingenierie des systemes de systemes.
3. Appliquer ces principes sur des etudes de cas.

## Plan

### **1. Les Systemes-de-Systemes**

- a. Definitions : Composant, Systeme monolithique, Systeme monolithique complexe, SdS
- b. les caracteristiques d'un SdS
- c. Les categories de SdS
  - i. SdS diriges
  - ii. SdS reconnus
  - iii. SdS collaboratifs
  - iv. SdS virtuels
- d. Exemples de SdS

### **2. Ingenierie SdS**

- a. Definition
- b. Ingenierie SdS vs. Ingenierie Systeme
- c. Processus de construction d'un SdS
- d. Les patrons d'architecture dans le cadre de l'ISdS
- e. Application

### **3. Etudes de cas (applications de l'ingenierie SdS)**

# Traitement automatique du langage naturel

## Plan du cours

### Objectifs de l'ECUE

- Le but de ce cours est de donner un panorama relativement large des algorithmes et outils utilisés pour le Traitement Automatique des Langues naturelles (TALN).

### **Chapitre 1 : Introduction**

- Présentation générale du domaine du Traitement Automatique du Langage Naturel
- Domaines d'application du TALN
- Niveaux d'analyse
- Types de problèmes à résoudre
- Techniques et approches utilisées pour le TALN

### **Chapitre 2 : Traitement automatique de la morphologie**

- Présentation de la morphologie (flexion, dérivation)
- Représentation de la morphologie par listes lexicales
- Représentation de la morphologie par automates à états finis
- Représentation de la morphologie par automates à transducteurs

### **Chapitre 3 : Etiquetage morpho-syntaxique**

- Définitions (Etiquetage morpho-syntaxique, jeux d'étiquettes,...)
- Etiqueteur à base de règles (Exemple: étiqueteur de Brill)
- Etiqueteurs probabilistes (N-Grams, à base de Chaînes de Markov cachées)

### **Chapitre 4 : Analyse syntaxique**

- Présentation générale de l'analyse syntaxique
- Grammaire formelle : définition et types
- Grammaire Hors Contexte (HC) pour le TALN
- Analyse syntaxique avec une grammaire (HC)
- Algorithmes d'analyse syntaxiques usuels (CYK, Earley, Bottom\_up chart parsing)

### **Chapitre 5 : Traitement de la sémantique**

- Présentation de la sémantique
- Types de relations sémantiques entre les mots
- Similarité sémantique entre les mots basée sur un thésaurus
- Similarité sémantique entre les mots basée sur un thésaurus
- Similarité sémantique entre les mots basée sur le contexte

### **Chapitre 6 : Recherche d'information**

- Présentation générale de la Recherche d'Information (RI)
- Indexation automatique

- Analyse de la requête
- Modèles de RI
- Modèle booléen pour la RI
- Modèle vectoriel pour la RI
- Modèle probabiliste pour la RI
- Apports du TALN pour la RI

### **Chapitre 7 : Correction orthographique**

- Présentation générale de la correction orthographique
- Types d'erreurs orthographiques
- Détection-Correction des mots erronés
- Détection-Correction des erreurs correspondant à des mots valides
- Distance d'édition pour la génération des candidats de correction
- Méthode probabiliste pour le choix des candidats
- Méthodes d'évaluation de la correction orthographique

### **Chapitre 8 : Classification textuelle**

- Présentation générale de la classification textuelle (Définition, But, Applications)
- Méthodes de classification textuelle à base d'apprentissage automatique supervisé
- Etude du classifieur Naïve Bayes pour la classification textuelle
- Méthodes d'évaluation de la classification textuelle

### **Références bibliographiques :**

Bouillon P., Traitement automatique des langues naturelles, Duculot, 1998.

Habash N., Introduction to Arabic Natural Language Processing, Morgan & Claypool, 2010.

Pierrel J.M., Ingénierie des langues, Hermes, 2000.

Kurdi M. Z., Natural Language Processing and Computational linguistics, Wiley, 2016.

# Systemes de recommandation

## Objectifs de l'ECUE

- Présenter les systèmes de recommandation et leurs intérêts
- Maîtriser les techniques, algorithmes et approches de recommandation
- Appliquer certaines techniques à des domaines d'intérêt particuliers

## Chapitre I : Introduction aux systèmes de recommandation

- 1) Motivations
- 2) Qu'est-ce qu'un système de recommandation ?
- 3) Pourquoi de tels systèmes ?
- 4) Historique
- 5) Défis soulevés par les systèmes de recommandation
- 6) Les approches de recommandation : Comment classer les différents systèmes de recommandation ?

## Chapitre II : Recommandation basée sur le contenu

- 8) Définition
- 9) La notion de profil utilisateur
- 10) Les techniques utilisées
- 11) Exemple de systèmes de recommandation basée sur le contenu
- 12) Les avantages et limites de la recommandation basée sur le contenu

## Chapitre III : Recommandation par filtrage collaboratif

- 1) Principe
- 2) Filtrage collaboratif utilisateur
- 3) Filtrage collaboratif objets/items
- 4) Exemple de systèmes de recommandation par filtrage collaboratif (python)
- 5) Avantages et limites

## Chapitre IV : Recommandation à base de connaissances

- 1) Principe
- 2) Le raisonnement à base des cas
- 3) Le raisonnement à base de contraintes
- 4) Exemples de systèmes de recommandation à base de connaissances (ontologies)

## Chapitre IV : Recommandation communautaire ou sociale

- 1) Les réseaux sociaux au cœur de la recommandation sociale
- 2) Le clustering
- 3) La détection de communautés
- 4) Exemples de systèmes de recommandation sociale

## Références

Francesco Ricci, Lior Rokach, Bracha Shapira, Paul B. Kantor, Recommender Systems Handbook, e-ISBN 978-0-387-85820-3 DOI 10.1007/978-0-387-85820-3 Springer New York Dordrecht Heidelberg London, Springer 2011.

# Web sémantique et Web de données

## Objectifs de l'ECUE

Les objectifs sont de 1/ connaître les langages et principes du web sémantique et 2/ comprendre le fonctionnement du web des données. La représentation et la publication des données liées sur le web, leur interrogation sur le web permet de raisonner et de déduire de nouvelles relations entre ces données. Ceci permet le traçage de ces données.

## Evaluation

Projet à développer avec Jena, SPARQL et java

## Plan

### I. Le web Sémantique

1. Définition et description générale
2. Infrastructure du Web
3. Langages et modèles du Web sémantique
4. Ingénierie ontologique
5. Recherche sémantique et requêtes

### II. Le web des données

1. Définition et positionnement
2. Architecture LOD (Linked Open Data)
3. Construction du nuage LOD
4. Requêtage et points d'accès

## Bibliographie

- Fabien Gandon, Catherine Faron Zucker et Olivier Corby, Le Web sémantique : comment lier les données et les schémas sur le Web?, Dunod, 2012 (ISBN 978-2-10-057294-6 et 2-10-057294-6, OCLC 795501050)
- Linked Open Data -- Creating Knowledge Out of Interlinked Data: Results of the LOD2 Project Broché, 2014, Sören Auer et Volha Bryl
- Le Linked Data à l'université: La plateforme LinkedWiki Broché, 2019, Karima Rafes

# Architectures d'Entreprise (EA) et Gouvernance

## Plan du cours

### Objectifs de l'ECUE

- Présenter l'organisation des activités, d'architecture et les modes de gouvernance de l'architecture au sein de l'entreprise
- Comprendre les enjeux de Gouvernance dans la maîtrise des activités des entreprises
- Connaître les meilleures pratiques en matière de Gouvernance du SI
- Donner une vision des composantes de l'entreprise digitale et des questions d'architecture qu'elles posent

### Chapitre I Les architectures d'entreprise : modéliser pour décider

#### **Section I : Présentation du domaine de l'EA**

1. Définitions
2. Modélisation de l'entreprise
  - 2.1. Normalisation de la modélisation
  - 2.2. Méthodes de modélisation de l'entreprise (stratégique, coopération, urbanisation)
  - 2.3. Langages de modélisation de l'entreprise (définitions, normalisation et exemples)
  - 2.4. Cadres d'architectures d'entreprise (Zachman, TOGAF, Urbanisation, ...)

#### **Section II : Architecture de l'entreprise digitale**

1. Economie immatérielle
2. L'entreprise dématérialisée
  - 2.1. Définitions
  - 2.2. L'agilité : essai-erreur-industrialisation
  - 2.3. Le contexte du SI de l'entreprise digitale
  - 2.4. Les qualités techniques
3. Systèmes décisionnels,
  - 3.1. Entreposage, Data Analytics
  - 3.2. Les nouveaux services connectés
  - 3.3. Le Cloud de l'entreprise, le Cloud du client, MDM et mobilité, l'omnicanal
  - 3.4. Les risques d'entreprise (solvabilité, fraudes, erreurs, exceptions, attaques)
  - 3.5. Les données personnelles

### Chapitre II La gouvernance du SI de l'entreprise

#### **Section I : La gouvernance du SI**

1. Introduction
2. Caractéristiques de la gouvernance du SI (connaître et anticiper, décider, communiquer et suivre, adapter)
3. Evolution de l'approche stratégique des SI
4. Définition de la gouvernance des systèmes d'information (exigences transverses : métier, fonctionnelles, données)

#### **Section II : Fondements d'un modèle de gouvernance des SI**

1. Alignement stratégique
2. Création de valeur
3. Gestion des risques
4. Gestion des ressources

## 5. Mesure de la performance

### **Section III : Principales initiatives**

- 4.1. Organismes (ISACA, AFAl, itSMF, SEI, ITGI)
- 4.2. Référentiels de bonnes pratiques (Cobit, ITIL, CMMI, ...)

## **Références**

- IT Governance : How Top Performers Manage IT Decision Rights for Superior Results, Peter Weill, Jeanne W. Ross , Harvard Business School Press, mai 2004
- It Savvy: What Top Executives Must Know to Go from Pain to Gain, Peter Weill , Jeanne W. Ross, Harvard Business School Press, juin 2009
- Architecture and Patterns for IT Service Management, Resource Planning, and Governance, Charles T. Betz, Morgan Kaufmann, Novembre 2011
- Urbanisme des SI et gouvernance : Bonnes pratiques de l'architecture d'entreprise, 2ème édition, Club URBA-EA, Dunod, 2ème édition, avril 2010
- L'entreprise à l'ère du digital, Les nouvelles pratiques collaboratives, Jean-Pierre Bouchez, MÉTHODES & RECHERCHES, 1re Édition, Octobre 2016

# Processus mining

## Plan du cours

### Objectifs de l'ECUE

1. Approfondir et maîtriser les métiers de l'entreprise afin d'optimiser les SI correspondants
2. Maîtriser la modélisation des processus métiers avec BPMN
3. Maîtriser les processus métiers pour une gouvernance de l'entreprise et des SI
4. Renforcer l'aptitude d'analyse et d'amélioration des processus métiers pour piloter l'entreprise

### Chapitre I Les Processus métiers

1. Généralités sur les processus métiers
2. Modélisation des processus métiers
3. Processus métier et sécurité de l'information

### Chapitre II Modélisation et gestion des processus métiers

1. Approche du BPM (Business Process Management)
2. Les systèmes BPMS (Business Process Management Systems)

### Chapitre III Les workflows

1. Définitions
2. Principes, concepts, fonctions et architectures
3. Outils et modèles de workflows
4. Configuration et exécution de workflows
5. Business Activity Monitoring et Process Mining

## Références

- Davenport & Short (1990), The new industrial Engineering: Information technology and Business Process Redesign, Sloan Management Review.
- Briol P. (2008), Ingénierie des processus métiers, De l'élaboration à l'exploitation.
- Dumas M., LaRosa M., Mendling J. & ReijersH.A. (2013), Fundamentals of business process management. Springer.
- Workflow Management: Models, Methods and Systems. ISBN 0-262-01189-1. MIT Press, 2002, W.M.P. van der Aalst and K.M. van Hee.
- Process Aware Information Systems, Wiley, 2005, Dumas Marlon, Van Der Aalst Wil and Arthur H. M. ter Hofstede.

Processus métiers et S.I., "Evaluation, modélisation et mise en oeuvre", Edition Dunod, 2005, Chantal Morley, Jean Hugues, Bernard Leblanc, Olivier Hugues



# Cryptographie, IoT et Blockchain

## Objectifs de l'ECUE

Fournir la maîtrise et les compétences nécessaires pour développer et / ou mettre en place un crypto système. Au terme de ce module, l'étudiant ou l'étudiante sera en mesure de :

- Maîtriser les concepts de base et notions fondamentales de la cryptographie
- Identifier les risques et menaces qui pèsent sur les applications/systèmes IoT et qui nécessitent des outils cryptographiques.
- Développer de nouvelles approches et solutions de sécurisation pour systèmes IoT au moyen des crypto systèmes.
- Prendre en considération la protection de la vie privée.

## Plan

### **Chapitre 1 Introduction**

1. Historique
2. Terminologie
3. Concepts de base
4. Eléments théoriques de la cryptographie
5. Transactions IoT & sécurité

### **Chapitre 2 Fonctions et mécanismes cryptographiques**

1. Algorithmes de chiffrement symétriques & asymétriques & variantes.
2. Cryptographie elliptique
3. Cryptographie à seuil
4. Identity based cryptography
5. Fonctions de hachage
6. Signature numérique
7. Scellement, MAC & MIC
8. Signature de groupe
9. Performances des fonctions cryptographiques

### **Chapitre 3 L'échange des clés**

1. Hiérarchie des clés
2. Le transport des clés
3. La génération des clés
4. Transport des clés

### **Chapitre 4 Authentification & gestion d'identités**

1. IDMS
2. Authentification
3. Protocole Needham-Schroeder
4. Protocoles d'authentification pour l'IoT
5. Protocoles zero-knowledge

### **Chapitre 5 Les protocoles de sécurité**

1. Protocoles de sécurité dans la pile TCP/IP
2. Protocoles de la couche2
3. Le protocole IPsec
4. Le protocole SSL/TLS/DTLS

### **Chapitre 6 Développement des protocoles cryptographiques**

1. Introduction
2. Spécification des protocoles cryptographiques
3. Vérification des protocoles cryptographiques

### **Chapitre 7 Technologie Blockchain**

1. Mode de fonctionnement et catégories
2. Les blockchain existantes
3. L'usage du blockchain dans la sécurité

### **Chapitre 8 Cryptographie et protection de la vie privée**

1. Introduction à la privacy et relation avec la sécurité
2. IDMS, Authentification et privacy
3. Data mining & privacy
4. Web & privacy
5. Anonymisation
6. Minimisation

### **Bibliographie**

- 1- "Handbook of applied cryptography", Alfred J. Menezes, Paul C. van Oorschot and Scott A. Vanstone, CRC Press, Fifth Printing (August 2001)
- 2- "Blockchain: Discover the Technology behind Smart Contracts, Wallets, Mining and Cryptocurrency (including Bitcoin, Ethereum, Ripple, Digibyte and Others)", Abraham K White,
- 3- "Applied Cryptography: Protocols, Algorithms, and Source Code in C", **Bruce Schneier**, John Wiley & Sons,1996

# Cybersécurité des systèmes IoT

## Objectifs de l'ECUE

L'objectif de ce cours est de comprendre les risques et les menaces associés aux systèmes IoT et d'identifier les outils cryptographiques et les protocoles les plus adaptés pour sécuriser les appareils, les communications et les plateformes IoT. Nous étudions des cas pratiques relatifs à des domaines de pointe tels que les réseaux véhiculaires ou le eGouvernement.

## Plan

### **Chapitre 1 : Introduction**

### **Chapitre 2 : Risques et menaces de sécurité dans les systèmes IoT**

- 2.1 Analyse du risque
  - 2.1.1 Appareils
  - 2.1.2 Applications
  - 2.1.3 Protocoles de communication
  - 2.1.4 Collecte d'informations
  - 2.1.5 Plateformes et cloud
- 2.2 Gestion du cycle de vie de la sécurité

### **Chapitre 3 : Sécurité des systèmes IoT**

- 3.1 Objectifs de sécurité
  - 3.1.1 Authentifier les appareils
  - 3.1.2 Sécuriser les communications
  - 3.1.3 Sécuriser le code à exécuter
  - 3.1.4 Sécuriser la sauvegarde des données
- 3.2 Protocoles de sécurité adaptés à l'IoT

### **Chapitre 4 : Cas d'études**

- 4.1 Réseaux véhiculaires
- 4.2 eHealth
- 4.3 Smart Grid
- 4.4 eGouvernement

## **Conclusion**

## **Bibliographie**

- 1- "Security and Privacy in Internet of Things (IoT): Models, Algorithms, and Implementations", Fei Hu, CRC Press, 2016

- 2- "Practical Internet of Things Security", Brian Russell and Drew Van Duren, PACKT Publishing, June, 2016
- 3- "Securing the Internet of Things", Shancang Li and Li Da Xu, Syngress, 2017.
- 4- "IoT Hackers Handbook: An Ultimate Guide to Hacking the Internet of Things and Learning IoT Security", Aditya Gupta, CreateSpace Independent Publishing Platform, August 2017.
- 5- "Abusing the Internet of Things: Blackouts, Freakouts, and Stakeouts", Nitesh Dhanjani, O'Reilly, 2015.
- 6- "Designing the Internet of Things", Adrian McEwan and Hakim Cassimally, Wiley, 2013.

# Cloud Computing and Cloud Networking

## Plan du cours

### Objectifs de l'ECUE

- Comprendre les notions de bases du Cloud computing.
- Comprendre et comparer les différents services et modèles du Cloud Computing.
- Discuter les atouts du Cloud computing et ses limites.
- Maîtriser la virtualisation.
- Manipuler des services Cloud comme AWS et IBM.

### Plan du module

#### Partie Théorique

##### **Chapitre1 : Introduction au cloud computing**

- Introduction
- Cloud computing: Définitions
- Caractéristiques
- Ancêtres du cloud
- Atouts et faiblesses

##### **Chapitre2 : Modèles & Services du cloud Computing**

- Modèles de services
- Modèles de déploiement
- Acteurs
- Difficultés liées au Cloud Computing

##### **Chapitre3 : Virtualisation**

- Concepts clés
  - Définitions
  - Intérêt de la virtualisation
  - Types des hyperviseurs
  - Techniques de virtualisation
  - Types de virtualisation
- Principales solutions de virtualisation : OpenStack

#### Partie pratique

##### **TP1 : Amazon Web Services**

- Lancement d'une machine virtuelle Windows
- Lancement d'une machine virtuelle Linux
- Synchronisation entre AWS EC2 et S3 : Lancement d'une instance EC2 Amazon Linux et manipulation des compartiment S3
- Création d'une web application

##### **TP2 : IBM Bluemix**

- Cloud Foundry
- DevOps Services

## Bibliographie

- Peter Mell, Timothy Grance, The NIST Definition of Cloud Computing, NIST Special Publication 800-145 2011.
- Duncan Christopher Hill, “Cloud computing gateway, cloud computing hypervisor, and methods”, International Conference on Cloud Computing, 2017.
- Kyriakos Kritikos, Kostas Magoutis and Dimitris Plexousakis “Towards Knowledge-Based Assisted IaaS Selection”, International Conference on Cloud Computing Technology and Science, 2017.
- David Breitgand, Dilma M. Da Silva, Amir Epstein, Alexander Glikson, Michael R. Hines, Kyung D. Ryu, Marcio A. Silva, “Dynamic virtual machine resizing in a cloud computing infrastructure”, 2017.
- Kanagasabai R. “OWL-S based semantic Cloud service broker” Proceedings of the IEEE 19th international conference on web services (ICWS). Honolulu, HI, 2016.
- Romain Hennion, Hubert Tournier, Eric Bourgeois, “Cloud computing : Décider - Concevoir - Piloter - Améliorer, Eyrolles”, 2015.
- Guillaume Plouin, Cloud Computing, “Sécurité, stratégie d'entreprise et panorama du marché, Collection InfoPro”, Dunod, 2014.
- Rapport Cigref, “Fondamentaux du Cloud Computing : Le point de vue des Grandes Entreprises”, mars 2013 [lire en ligne] [PDF]  
Microsoft, cloud economics, Livre blanc, novembre 2010 [lire en ligne] [PDF]

# Applications émergentes de l'IoT (Smart Cities)

## 1. Objectifs de l'UE

Ce cours propose un tour d'horizon des infrastructures numériques de la ville connectée et des applications cibles.

Il s'agit d'une introduction aux différents constituants des infrastructures numériques cibles, du réseau aux systèmes logiciels, qui met en particulier en avant les défis posés aux nouvelles technologies pour répondre aux exigences de la ville connectée.

## 2. Eléments de contenu

### Chapitre 1. Introduction

### Chapitre 2. Communications pour Internet des choses (IoT)

- Quelques cas d'usage
- Réseaux de capteurs sans-fil (exemple)
- Les outils de collecte d'information (LoRA, SigFox)

### Chapitre 3. Communications pour les transports intelligents (ITS)

- Quelques cas d'usage
- Communications locales (V2V, V2I) : IEEE 802.11p, Géonetworking
- Architecture de communication ITS (ETSI / ISO)

### Chapitre 4. Quelques exemples d'applications combinant plusieurs segments

- Autour de la gestion de la consommation : dans la maison, dans le réseau
- Autour de la gestion des réseaux de distribution (eau, gaz)
- Logistique et accès aux centres urbains

### Chapitre 5. Perspectives

- Vers la 5G ...
- Vers des dépôts de données publics ...
- Le difficile problème de la sécurisation de l'infrastructure et des données

## Bibliographie

- Badis Hammi, Rida Khatoun, Sherali Zeadally, Achraf Fayad, Lyes Khoukhi: IoT technologies for smart cities. IET Networks 7(1): 1-13 (2018)
- Ammar Gharaibeh, Mohammad A. Salahuddin, Sayed Jahed Hussini, Abdallah Khreishah, Issa Khalil, Mohsen Guizani, Ala I. Al-Fuqaha: Smart Cities: A Survey on Data Management, Security, and Enabling Technologies. IEEE Communications Surveys and Tutorials 19(4): 2456-2501 (2017)

# Simulations et évaluation des performances

## Plan du cours

### Objectifs

L'objectif de ce cours est de présenter des techniques de modélisation et d'évaluation de performance des réseaux. Nous balayons les principaux résultats issus de la théorie des files d'attente permettant l'évaluation des performances des différents types de réseaux. Le dernier objectif est de présenter les techniques de simulations de réseaux.

### Plan

- Problématique de l'évaluation de performances
  
- Modélisation
  - Modèles simples à base de Chaînes de Markov
  - Modèles plus complexes de type Files d'attente
  
- Analyse
  - Chaînes de Markov
  - Files d'attente simples
  - Réseaux de files d'attente à forme produit
  
- Simulation à événements discrets
  - Généralités sur la simulation
  - Simulateur NS (*Network Simulator*)
    - Le simulateur COOJA

### Bibliographie

- Measuring Computer Performance: A Practitioner's Guide David J. Lilja, Cambridge University Press (2005)
- Discrete-event system simulation Jerry Banks, John Carson, Barry Nelson and David Nicol, Pearson (2005).
- Finite Markov Chains and Algorithmic Applications Olle Haggstrom, Cambridge University Press, 2002 (preliminary version)
- Performance Guarantees in Communications Networks, C.-S. Chang, Springer, 2000.
- The Network Simulator : <https://www.nsnam.org>
- Cooja simulator : [http://anrg.usc.edu/contiki/index.php/Cooja\\_Simulator](http://anrg.usc.edu/contiki/index.php/Cooja_Simulator)



# Qualité de service dans l'IoT

## Plan du cours

### Objectifs

Il s'agit d'analyser la problématique de la qualité de service au niveau des protocoles de communication pour l'IoT. Les mécanismes existants pour la qualité de service au niveau de la couche 2, de la couche réseau et de la couche applicative seront étudiés.

### Plan

1. Caractéristiques et besoins des applications IoT du point de vue Réseaux
2. Introduction à la qualité de service (QoS) dans les réseaux
3. QoS au niveau de la couche 2
4. Contrôle d'admission
5. Routage à QoS dans l'IoT
6. Techniques d'ordonnancement de paquets
7. Réservation de ressources, gestion de buffers
8. Protocoles et architectures de QoS dans l'IoT
9. Qualité de service dans les réseaux sans-fil, mobiles et ad hoc.

### Bibliographie

- Ravi C Bhaddurgatte and Vijaya Kumar. A Review: QoS Architecture and Implementations in IoT Environment. Research & Reviews: Journal of Engineering and Technology, 2015.
- Marie AN, et al. Enabling QoS in the Internet of Things, CTRQ: The Fifth International Conference on Communication Theory, Reliability, and Quality of Service 2012.
- Duan R, et al. AQoS Architecture for IOT, IEEE International Conferences on Internet of Things, and Cyber, Physical and Social Computing 2011; 717-720.
- Zheng Wang, Internet QoS: Architectures and mechanisms for quality of service, Morgan Kaufmann Publishers, 2001.
- Tim Szigeti and Christina Hattingh, End-to-end- QoS network design: Quality of service in LANs, WANs, and VPNs, CISCO Press, 2004.
- Amitabb Mishra, Quality of Service in Communications Networks, John Wiley & Sons, 2001.

# Systemes robotiques intelligents

## Plan du cours

### Objectifs de l'ECUE

- Acquérir les compétences de base du soft computing.
- Maîtriser la notion de robotique comportementale.
- Mettre en œuvre une commande intelligente pour un robot mobile autonome.

### Chapitre I

Introduction : Introduction à la robotique  
Section I : Historique  
Section II : Les commandes classiques en position  
Section III : Les commandes classiques en vitesse  
Section IV : Limites de la commande classique en robotique

### Chapitre II

Introduction : Introduction à la logique floue  
Section I : Opérateurs flous  
Section II : inférence floue  
Section III : Commande floue des processus incertains.

### Chapitre III

Introduction : Introduction aux réseaux Neuronaux  
Section I : Perceptron déterministe  
Section II : Perceptron probabiliste  
Section III : Apprentissage par rétro propagation de l'erreur  
Section IV : Mise en œuvre d'une commande neuronale

### Chapitre IV

Introduction : Introduction aux réseaux Neuronaux  
Section I : Perceptron déterministe  
Section II : Perceptron probabiliste  
Section III : Apprentissage par rétro propagation de l'erreur

### Chapitre V

Introduction : Introduction aux Algorithmes génétiques  
Section I : Problèmes d'optimisation en robotique intelligente  
Section II : Mise en œuvre des Algorithmes génétiques en robotique

### Bibliographie

- Autonomous Robotic Systems: Soft Computing and Hard Computing Methodologies and Applications, Da Ruan, Darío Maravall, Changjiu Zhou, 2003 Springer.
- Soft Computing for Intelligent Robotic Systems , Toshio Fukuda , Springer-Verlag Berlin and Heidelberg GmbH & Co. K (2013)

# Systemes de Transport Intelligents

## Plan du cours

### Objectifs de l'ECUE

L'objectif du cours est d'offrir aux étudiants un panorama de méthodologies et de technologies modernes pour les Systemes de Transport Intelligents (ITS) à travers l'étude de projets réels organisés par thèmes. A la suite du cours, l'étudiant sera en mesure de :

- Proposer un projet ITS utilisant les connaissances acquises dans les autres modules de la formation
- Estimer les moyens technologiques et budgétaires à déployer dans un projet ITS
- Avoir une idée des tendances récentes et des programmes ITS nationaux et internationaux

### Chapitre I : Introduction aux ITS

- Bref historique
- Objectifs des ITS, architecture et orientations

### Chapitre II : Exemples de projets

(un ou plusieurs exemples pour chacune des rubriques suivantes)

- ATIS (*Advanced Traveler Information Systems*)
- ATMS (*Advanced Transportation Management Systems*)
- APTS (*Advanced Public Transportation Systems*)
- Véhicules Connectés et Véhicules Autonomes
- ITS dans la gestion des crises et des urgences

### Chapitre III : ITS en Tunisie

- Stratégie du Ministère de transports dans le domaine des ITS
- Exemples de projets réalisés
- Présentation des initiatives des étudiants