



République Tunisienne  
Ministère de l'Enseignement Supérieur  
et de la Recherche Scientifique

الجمهورية التونسية  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



Université de Carthage  
Faculté des Sciences de Bizerte

جامعة قرطاج  
كلية العلوم ببزرت

## Projet

Etablir un Coursus :

# Génie Logiciel

à 02 parcours

Parcours 1 : Génie logiciel et système d'information

Parcours 2 : Génie logiciel et ingénierie des données

Cycle Préparatoire : Intégré

Proposé par :

Département d'Informatique  
Faculté des Sciences de Bizerte  
Université de Carthage

## A. Table des matières

|             |  |           |
|-------------|--|-----------|
| A.          | TABLE DES MATIERES .....                                       | 2         |
| <b>I.</b>   | <b>CONTACT.....</b>  | <b>3</b>  |
| <b>II.</b>  | <b>INTRODUCTION .....</b>                                      | <b>3</b>  |
| <b>III.</b> | <b>CURSUS DE FORMATION .....</b>                               | <b>5</b>  |
| <b>IV.</b>  | <b>REGIME DES ETUDES ET DES EXAMENS.....</b>                   | <b>6</b>  |
| A.          | CONDITIONS D'ADMISSION AU CYCLE DE FORMATION D'INGENIEUR ..... | 6         |
| B.          | ORGANISATION DES ETUDES .....                                  | 6         |
| C.          | MODALITES D'EVALUATION .....                                   | 7         |
| <b>V.</b>   | <b>PLAN DES ETUDES.....</b>                                    | <b>11</b> |
| A.          | SEMESTRE 1 (TRONC COMMUN) .....                                | 11        |
| B.          | SEMESTRE 2 (TRONC COMMUN) .....                                | 11        |
| C.          | SEMESTRE 3 (TRONC COMMUN) .....                                | 11        |
| D.          | SEMESTRE 4 (TRONC COMMUN).....                                 | 11        |
| E.          | SEMESTRE 5 (GLSI).....   | 12        |
| F.          | SEMESTRE 6 (GLSI).....   | 12        |
| G.          | SEMESTRE 5 (GLID) .....  | 12        |
| H.          | SEMESTRE 6 (GLID) .....  | 12        |
| <b>B.</b>   | <b>METIERS &amp; MATRICE COMPETENCES.....</b>                  | <b>13</b> |
| <b>C.</b>   | <b>RESSOURCES &amp; CORPS ENSEIGNANTS .....</b>                | <b>19</b> |
| A.          | RESSOURCES .....   | 19        |
| B.          | CORPS ENSEIGNANT.....  | 19        |
| <b>D.</b>   | <b>FICHES MATIERES .....</b>                                   | <b>22</b> |
| A.          | SEMESTRE 1 (TRONC COMMUN).....                                 | 22        |
| B.          | SEMESTRE 2 (TRONC COMMUN).....                                 | 33        |
| C.          | SEMESTRE 3 (TRONC COMMUN).....                                 | 44        |
| D.          | SEMESTRE 4 (TRONC COMMUN) .....                                | 54        |
| E.          | SEMESTRE 5 (GLSI).....   | 62        |
| F.          | SEMESTRE 5 (GLID) .....  | 73        |

## I. Contact

Ce programme est coordonné et piloté par les enseignants chercheurs suivants :

Mohamed Barkaoui, Directeur, Département d'Informatique,  
Faculté des Sciences de Bizerte, Université de Carthage.  
Email : mohamed.barkaoui.1@ulaval.ca, Tel : 20 306 595.

Anis Ben Aicha, Département d'Informatique  
Faculté des Sciences de Bizerte, Université de Carthage.  
Email : ben.aicha.anis@gmail.com, Tel : 52 639 114.

## II. Introduction

Ce document présente un projet pour l'établissement d'un nouveau cursus de formation de cycle ingénieur en génie logiciel et système d'information (génie logiciel et ingénierie des données) avec préparatoire intégré au sein des départements d'informatique de la Faculté des Sciences de Bizerte (FSB). Nous attirons l'attention sur l'adoption du programme d'étude relatif au cycle préparatoire suggéré par la commission sectorielle d'ingénierie informatique. Par ailleurs, nous présentons dans la suite uniquement le programme d'étude du cycle ingénieur. Le programme d'étude du cycle préparatoire est mis en annexe du courant document.

Ce cursus d'ingénieur avec les spécialités émergentes choisies, s'aligne avec les priorités nationales de la Tunisie en contribuant à l'émergence et au renforcement de l'économie du savoir, à l'augmentation de l'employabilité des nouveaux diplômés, à la transformation digitale du pays et à sa modernisation.

La formation proposée est développée pour répondre au marché de l'emploi. Elle s'appuie sur le Référentiel Métiers/Compétences en TIC développé à travers le projet REM/REC, piloté par la Fédération des TIC de l'UTICA, la Banque Mondiale et le bureau EY.

En effet, au cœur de ce cursus de formation d'ingénieur en génie logiciel et système d'information (génie logiciel et ingénierie des données), le programme met un accent particulier sur l'intelligence artificielle (IA, ou bien Artificial Intelligence : AI) qui devient une pierre angulaire des profils métiers futurs de l'ingénieur informaticien. Le programme proposé considère deux spécialités à savoir :

- (1) Génie logiciel et système d'information
- (2) Génie logiciel et ingénierie de données s'intéresse l'analyse et le traitement des données massives (Big Data)

Ces deux spécialités, différentes mais complémentaires, représentent deux piliers de la formation d'ingénieur informatique de demain qui sont parmi les plus porteurs en termes de création d'emplois et développement de la richesse économique fondée sur le savoir. Ces spécialités promettent d'avoir un impact majeur sur une multitude de secteurs incluant l'industrie, la santé, la finance, l'agriculture, l'environnement et la sécurité nationale, etc.

La faculté des sciences de Bizerte est dotée des compétences d'enseignement pouvant mener à bon terme et avec succès cette formation. En effet, le département d'informatique de la faculté comporte plus de trente docteurs ingénieurs en sciences de l'informatique, génie informatique, génie logiciel, technologie de l'information et communications, télécoms, qui ont développé et accumulé une expertise remarquable dans les spécialités pointues proposées.

En plus, les départements de mathématiques et de physique de la faculté comportent les compétences et les ressources humaines nécessaires pour assurer les cours relevant de leurs spécialités, aussi bien au niveau du cycle préparatoire intégré, qu'au niveau du tronc commun du cycle ingénieur proposé.

D'autres départements de la faculté des sciences, en Biologie, Chimie et Géologie, pourront participer dans le futur, à ouvrir des nouvelles perspectives de développement de spécialités pointues et hybrides, mettant l'ingénierie informatique au service des différents secteurs socio-économiques, industriels, et environnementaux, etc.

La faculté des sciences est aussi dotée de centre 4C qui se préoccupe du développement des compétences transversales de l'étudiant, de la certification dans plusieurs domaines, de l'insertion dans l'industrie et de l'entrepreneuriat.

Les unités d'enseignement transversal dans ce programme d'ingénieur proposé mettent particulièrement l'accent sur la langue anglaise et l'entrepreneuriat.

La faculté des sciences de Bizerte FSB propos d'assurer une formation d'ingénieurs comme suit :

- Un Cycle Préparatoire Intégré qui cible les spécialités relevant des sciences et technologies de l'informatique, et dure 4 semestres.

- Un Cycle de Formation pour l'obtention d'un Diplôme National d'Ingénieurs (DNI) en génie logiciel et système d'information et en génie logiciel et ingénierie des données. Ce cycle dure 3 ans et l'admission à ce cycle se fait par voie de concours ouvert aux étudiants inscrits en cycle préparatoire intégré de la faculté.

Le nombre de places ouvertes au titre de ce concours ainsi que les conditions de participation et les critères d'évaluation sont fixés par un décret du ministre de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique selon les besoins.

Les étudiants qui réussissent la deuxième année du cycle préparatoire intégré et qui ne sont pas admis en cycle d'ingénieur pourront être admis en troisième année de la licence en science de l'informatique ou ingénierie de l'informatique dans la faculté ou éventuellement dans une autre institution.

Les meilleurs étudiants de la troisième année licence en informatique peuvent intégrer la première année du cycle ingénieur. Les critères de passage et le quota sont fixés par le conseil du département d'informatique.

La formation d'ingénieur en informatique est constituée de 02 ans de tronc commun et une 01 année de spécialisation.

Le département d'informatique de la FSB a acquis plus de 10 ans d'expérience dans l'enseignement des cinq programmes de formation suivants :

- i) Licence fondamentale en sciences de l'informatique ou en ingénierie de l'informatique.
- ii) Licence professionnelle en technologie de l'information et des télécommunications (TIT)).
- iii) Master fondamental en sciences de l'informatique (MSI).
- iv) Master professionnel en technologie des réseaux de télécoms (TRT) qui comporte deux spécialités, à savoir : (a) Technologies Avancées en Réseaux (TAR), et Sécurité et Service Réseaux (SSR)
- v) Master professionnel en sciences des données (MPDS)

En plus, le département d'informatique offre des cours de formation de base en informatique, pour l'ensemble des étudiants des autres départements de la faculté. Ces étudiants, d'un nombre avoisinant deux milles (2000) selon l'année, proviennent de cinq départements différents : (1) Mathématique, (2) Physique, (3) Chimie, (4) Biologie, et (5) Géologie.

Les départements de mathématiques et de physique de la faculté comportent les compétences et les ressources humaines nécessaires pour assurer les cours relevant de leurs spécialités, aussi bien au niveau du cycle préparatoire intégré, qu'au niveau du cycle ingénieur proposé.

D'autres départements, en Biologie, Chimie et Géologie, pourront participer dans le futur, à ouvrir des nouvelles perspectives de développement de spécialités pointues et hybrides, mettant l'ingénierie informatique au service des différents secteurs socio-économiques, industriels, et environnementaux, etc.

La faculté est aussi dotée de centre 4C qui se préoccupe du développement des compétences transversales de l'étudiant, de la certification dans plusieurs domaines, de l'insertion dans l'industrie et de l'entrepreneuriat.

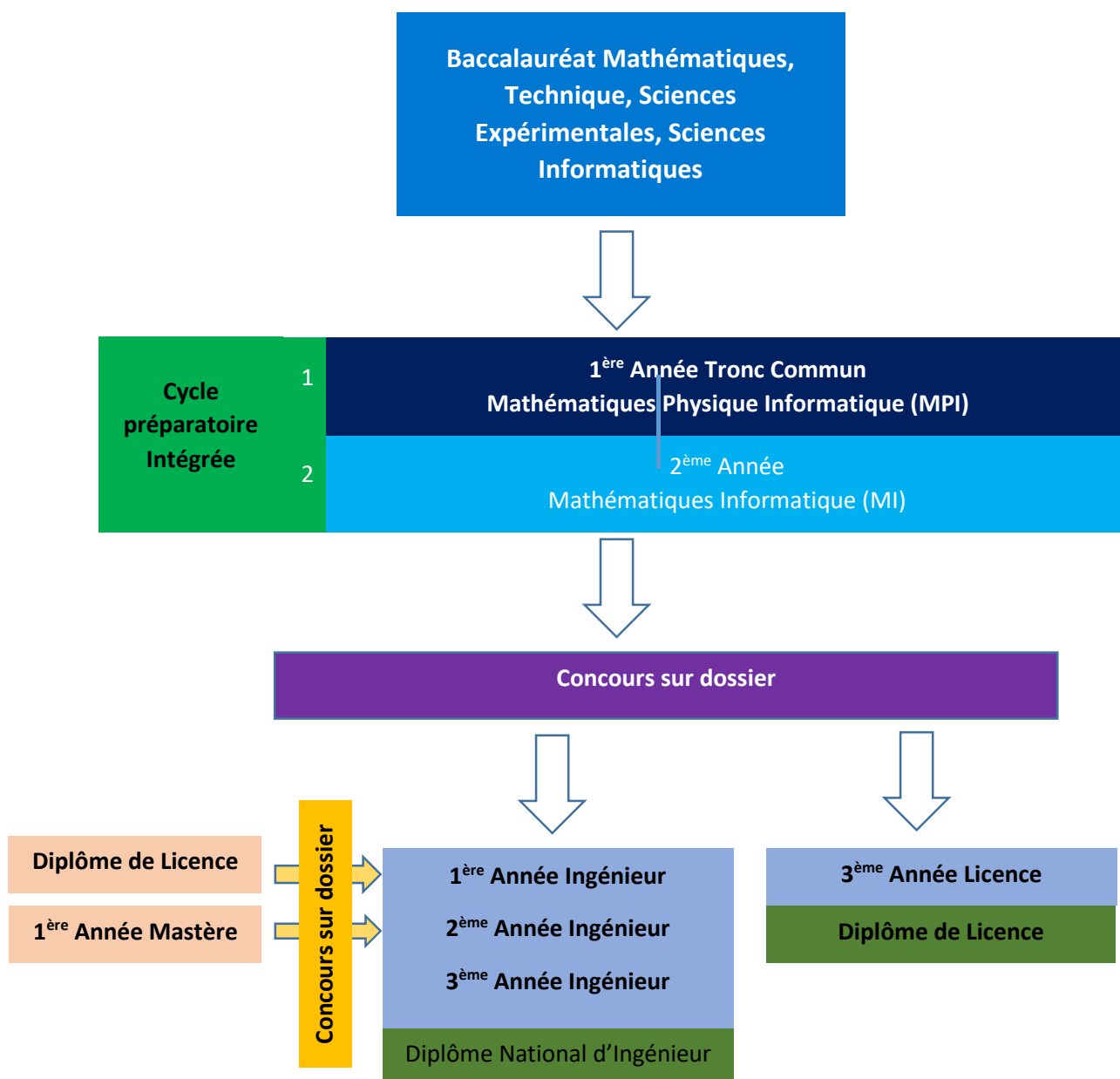
### III. Coursus de Formation

Le cursus de formation d'ingénieurs est comme suit :

- **Un Cycle Préparatoire Intégré** qui dure 2 ans au cours duquel un seul redoublement est permis. La première année est un **Tronc commun Mathématiques Physique Informatique (MPI)**. La deuxième année est une année de pré-orientation. Nous adoptons durant ces deux années le programme imposé par la commission sectorielle (voir annexe).
- **Un Cycle de Formation pour l'obtention d'un Diplôme National d'Ingénieurs (DNI)**. Ce cycle dure 3 ans et l'admission à ce cycle se fait par voie de concours ouvert aux étudiants inscrits en cycle préparatoire intégré.

Les filières concernées par le concours, le nombre de places ouvertes pour chaque filière au titre de ce concours ainsi que les conditions de participation et les critères d'évaluation sont fixés par un décret du ministre de l'enseignement supérieur, de la recherche scientifique selon les besoins.

Les étudiants n'ayant pas été admis au cycle d'ingénieurs peuvent s'inscrire en troisième année Licence.



## IV. Régime des études et des examens

### A. Conditions d'admission au cycle de formation d'ingénieur

Le cycle de formation d'ingénieur dure 3 ans et l'admission à ce cycle se fait par voie de concours ouvert aux étudiants inscrits en cycle préparatoire intégré de la Faculté des Sciences de Bizerte.

Les filières concernées par le concours, le nombre de places ouvertes pour chaque filière au titre de ce concours ainsi que les conditions de participation et les critères d'évaluation sont fixés par un décret du ministre de l'enseignement supérieur, de la recherche scientifique selon les besoins.

### B. Organisation des études

- **La Durée des études et le volume horaire :**

Les enseignements conduisant à l'obtention du diplôme National d'Ingénieurs comprennent un volume horaire total de 2700 heures environ, réparti sur trois années d'études.

Ce cycle de formation comporte 02 filières qui sont : « Génie Logiciel et Système d'Information (GLSI) », « Génie des Systèmes Informatique » « Génie Logiciel et Ingénierie de Données (GLID) »

La première et la deuxième année d'études comportent, chacune, trente-six (36) semaines d'enseignement, dont quatre (4) semaines de stages professionnels. La troisième année d'études comporte trente-deux (32) semaines dont seize (16) semaines réservées à la réalisation du projet de fin d'études.

- **Organisation des études :**

Les études sont organisées en modules qui sont regroupés en Unités d'Enseignement (UE) comme unités d'évaluation des connaissances. Les modules au choix peuvent ne pas être assurés si le nombre d'élèves ingénieurs ayant opté pour ces enseignements est jugé insuffisant, les élèves ingénieurs les ayant choisis sont alors invités à reporter leur choix sur les autres modules aux choix.

Les enseignements sont dispensés sous forme de cours (C) de travaux dirigés (TD), de travaux pratiques (TP) et de travaux personnels encadrés.

- **Assiduités :**

**Assiduité aux enseignements :** La présence des étudiants à tous les enseignements (cours, cours intégrés, travaux dirigés, travaux pratiques et visites d'usines) est obligatoire. Lorsque les absences non justifiées dans une matière dépassent les **25 %** du volume horaire qui lui est allouée par le plan d'études, l'étudiant concerné n'est pas autorisé à se présenter à la session principale, aux épreuves s'y rapportant. Toutefois, le cumul des absences ne peut dépasser **15 %** du volume horaire global d'une année d'études, auquel cas l'étudiant concerné n'est pas autorisé à se présenter à l'ensemble des épreuves de la session principale. L'étudiant, exclu d'une ou des épreuves de la session principale, est tenu à la (ou les) passer en session de contrôle. Le Doyen de la FSB est habilité à traduire devant le conseil de discipline et à infliger un avertissement ou un blâme à tout étudiant qui cumule plusieurs absences.

**Assiduité aux examens et aux épreuves de contrôle continu :** Toute absence à une épreuve de contrôle continu ou à une épreuve d'examen est sanctionnée par un zéro et ceci quel que soit le motif de cette absence.

- **Retrait et report d'inscription**

Tout étudiant peut formuler une demande de retrait ou de report d'inscription. Cependant, la demande de retrait d'inscription (annulation de l'inscription) ne peut être recevable qu'à condition qu'elle soit déposée par écrit, auprès de l'administration de la FSB, au plus tard un mois après le démarrage de l'année universitaire

concernée. Toute demande de retrait d'inscription, pour des raisons médicales doit être déposée au plus tard une semaine avant la date de déroulement de la première épreuve de la session d'examen du premier semestre. La demande n'est recevable qu'à condition que le dossier médical soit approuvé par le médecin agréé par la FSB.

- **Les stages :**

La formation est complétée par un stage **obligatoire**, en première et deuxième année de la formation ingénieur. Chacun des stages fait l'objet d'un rapport établi par l'élève ingénieur qui l'a suivi. Le rapport de stage est évalué par un jury. Ces stages permettent :

- Une prise de contact avec l'entreprise,
- Un aperçu sur la vie socioprofessionnelle et de ses exigences,
- Une prise de conscience du rôle primordial des entreprises dans le développement économique et social de la Tunisie.

Tout stage déclaré non concluant par le jury, nécessite un stage de remplacement effectué et évalué dans les mêmes conditions.

- **Projet de fin d'études :**

La formation d'Ingénieur à la Faculté des sciences de Bizerte est basée sur des enseignements théoriques et pratiques et sur des travaux personnalisés. Elle est complétée par un projet de fin d'études (PFE) d'une durée de quatre mois réalisé dans l'entreprise. Ce stage est obligatoire.

Les sujets retenus sont encadrés conjointement par un enseignant de la Faculté dans la discipline et un responsable de l'entreprise.

Le projet de fin d'études est soutenu devant un jury désigné par le Doyen de la Faculté, après avis du directeur du département concerné ou coordinateur du cycle d'ingénieur. Le jury est composé de trois (3) enseignants dont l'enseignant responsable du projet de fin d'études et du responsable de l'entreprise. Le Doyen de la Faculté peut inviter toute personne dont la compétence est reconnue dans le domaine objet du projet de fin d'études pour faire partie du jury.

Ne sont autorisés à soutenir le projet de fin d'études que les élèves ingénieurs ayant réussi les examens de la troisième année et ayant validé les modules objet de crédit et ayant déposés leur mémoire dans les délais.

## C. Modalités d'évaluation

L'évaluation des connaissances et des aptitudes est semestrielle. A la fin de chaque semestre, un jury composé par les enseignants intervenant dans la section et dont la présidence est arrêtée par le Doyen de la Faculté enregistre et valide les notes des examens et du contrôle continu et les porte à la connaissance des étudiants.

Le passage des étudiants d'une année à l'autre est prononcé, sur la base de l'ensemble des notes et appréciations obtenues au cours de l'année dans chaque module, par le jury d'examens.

L'acquisition des connaissances par les élèves ingénieurs est évaluée par un système de contrôle continu et par un examen final organisé en deux sessions successives :

- Une session principale dont la date pour chaque module, est fixée au début de l'année universitaire par le Doyen de la Faculté après avis du conseil scientifique.
- Une session de rattrapage, qui doit se dérouler au moins une semaine après la proclamation des résultats de la session principale, pour chaque module.

Les examens de la session principale et de la session de rattrapage sont organisés sous forme d'épreuves écrites dont la durée est fixée, au début de chaque année, par le doyen de la Faculté après avis du conseil scientifique et sur proposition du département.


Le contrôle continu comprend, selon la forme des enseignements propres à chaque module des tests écrits, oraux, pratiques et, le cas échéant, des travaux personnalisés en classe ou à la maison.

Toute absence à l'une des épreuves de l'examen final d'un module est sanctionnée par la note zéro (0)

- **Calcul des moyennes :**

Pour chaque module, il est calculé une moyenne résultant des notes obtenues dans les différentes épreuves de contrôle des connaissances.

Les coefficients de pondération attribués à ces épreuves sont fixés selon la forme des enseignements propres à chaque module comme suit :

- Modules organisés sous forme de cours :
  - **30% contrôle continu**
  - **70% examen final**
- Modules organisés sous forme de cours et de travaux dirigés :
  - **30% contrôle continu**
  - **70% examen final**
- Modules organisés sous forme de cours intégré :
  - **30% contrôle continu**
  - **70% examen final**
- Modules organisés sous forme de cours et de travaux pratiques :
  - **30% contrôle continu**
  - **70% examen final**
- Modules organisés sous forme de cours, travaux dirigés et de travaux pratiques :
  - **85% note théorique** 
    - 25% contrôle continu**
    - 60% examen final**
  - **15% note travaux pratiques**
- Modules organisés exclusivement sous forme de travaux pratiques :
  - **100% note travaux pratiques.**
- Modules organisés exclusivement sous forme de travaux dirigés :
  - **100% contrôle continu.**

**Remarque 1 :** Les modules dont le régime d'examen est de type « contrôle continu » ne peuvent pas faire l'objet de rattrapage

**Remarque 2 :** Les modules organisés exclusivement sous forme de travaux pratiques ou de travaux dirigés ne peuvent faire l'objet de crédit ou de rattrapage.



**Remarque 3 :** Dans les cas où une matière comporte un ou des mini-projets, **en respect du plan d'études et des fiches descriptives des unités d'enseignement et des matières**, le poids attribué aux mini-projets ne peut dépasser 25% de la note du TP. Les notes des mini-projets (ou projets) sont incluses dans les notes des TP dans le calcul de la moyenne.

- **Modalités de passage :**

Est déclaré admis en année supérieure par le Doyen de la Faculté des Sciences sur proposition du jury de délibération, l'élève ingénieur ayant satisfait aux conditions suivantes :

1. Obtention d'une moyenne générale égale ou supérieure à **10/20**, après les épreuves principales ou de rattrapage. La moyenne générale est obtenue à partir des moyennes des groupes de modules affectés de leurs coefficients respectifs.
2. Obtention d'une moyenne égale ou supérieure à **08/20** dans chacune des Unités d'Enseignement, après les épreuves principales ou de rattrapage.

Le calcul de la moyenne de chaque Unité d'Enseignement tient compte des coefficients de pondération fixés par le plan d'études.

- **Le rattrapage :**

L'élève ingénieur qui n'a pas obtenu la moyenne annuelle générale, bénéficie d'une session de rattrapage pour les Unités d'Enseignement où il n'a pas obtenu la moyenne. Ce rattrapage ne peut concerner que les modules où l'élève ingénieur n'a pas eu la moyenne (seulement les matières qui ont une note inférieure à 10/20). La note de rattrapage n'est considérée que si elle améliore la note de l'examen, et dans ce cas, elle remplace la note de l'examen final dans le calcul de la moyenne du module concerné.

- **Les crédits :**

L'élève ingénieur qui, après la session de rattrapage, a obtenu une moyenne générale égale ou supérieure à 10/20 et une moyenne supérieure à 08/20 dans au moins les trois quarts des Unités d'Enseignement peut être admis en année supérieure avec crédit.

Dans ces Unités d'Enseignement, le crédit est accordé pour le ou les modules dont la moyenne est inférieure à 08/20 et ce dans la limite de quatre (4) modules avec prise en compte de modules antérieurs non validés.

Un module objet de crédit est validé lorsque la nouvelle moyenne de l'Unité d'Enseignement auquel il appartient est égale ou supérieure à 08/20.

Les modules à crédit sont arrêtés, pour chaque élève ingénieur crédité, par le jury de délibération.

- **Le Redoublement :**

Le redoublement est autorisé une seule fois au cours du cycle de formation d'ingénieur. En cas de redoublement l'élève ingénieur peut garder le bénéfice des modules dont la moyenne est supérieure ou égale à 10/20. La liste des modules doit être arrêtée par l'élève ingénieur concernée en début de l'année du redoublement.

- **Obtention du diplôme :**

Le diplôme National d'Ingénieurs de la Faculté des Sciences de Bizerte est délivré aux élèves ingénieurs de troisième année ayant satisfaits aux conditions suivantes :

1. avoir validé les modules objets de crédit,
2. avoir subi avec succès les examens de la troisième année,
3. avoir validé tous les stages requis,
4. avoir obtenu une note égale, au moins, à 10/20 au projet de fin d'études

- **Prolongation de scolarité :**

Les élèves ingénieurs, n'ayant pas validé leurs stages ou soutenu avec succès le projet de fin d'études, peuvent bénéficier à cet effet, d'une prolongation de scolarité pouvant aller jusqu'à six mois. La prolongation est déclarée par le Doyen de la Faculté sur proposition du jury de délibération.

## V. Plan des études

### A. Semestre 1 (Tronc commun)

| C11-Semestre 1 (Tronc Commun) |                                  |      |                                       |                           |      |    |    |      |         |    |      |     |                  |              |
|-------------------------------|----------------------------------|------|---------------------------------------|---------------------------|------|----|----|------|---------|----|------|-----|------------------|--------------|
|                               |                                  |      | Elements Constitutifs d'EU            | Volume Horaire Semestriel |      |    |    |      | Credits |    | Coef |     | Régime d'examen  |              |
| UE                            | Unité d'enseignement             | UC   | Module                                | TOT                       | C    | TD | TP | CI   | ECUE    | UE | ECUE | UE  | Contrôle continu | Régime mixte |
| 311                           | Mathématiques                    | 3111 | Recherche opérationnelle              | 45                        |      |    | 15 | 30   | 2       | 7  | 1    | 3,5 |                  | x            |
|                               |                                  | 3112 | Théorie de l'information et codage    | 30                        |      |    |    | 30   | 2       |    | 1    |     |                  | x            |
|                               |                                  | 3113 | signaux & images                      | 45                        |      |    |    | 45   | 3       |    | 1,5  |     |                  | x            |
| 312                           | Informatique                     | 3121 | Programmation Python avancée          | 37,5                      | 22,5 |    | 15 |      | 2       | 4  | 1    | 2   |                  | x            |
|                               |                                  | 3122 | IHM                                   | 37,5                      |      |    | 15 | 22,5 | 2       |    | 1    |     |                  | x            |
| 313                           | Réseaux et sécurité informatique | 3131 | Sécurité informatique 1               | 30                        |      |    |    | 30   | 2       | 5  | 1    | 2,5 |                  | x            |
|                               |                                  | 3132 | Réseaux 2                             | 45                        |      |    | 15 | 30   | 3       |    | 1,5  |     |                  | x            |
| 314                           | Informatique avancée             | 3141 | Conception et analyse des algorithmes | 45                        |      |    |    | 45   | 3       | 5  | 1,5  | 2,5 |                  | x            |
|                               |                                  | 3142 | Fondement des systèmes distribués     | 30                        |      |    |    | 30   | 2       |    | 1    |     |                  | x            |
| 315                           | Apprentissage et IoT             | 3151 | Apprentissage automatique 1           | 37,5                      | 22,5 |    | 15 |      | 3       | 5  | 1,5  | 2,5 |                  | x            |
|                               |                                  | 3152 | IoT 1                                 | 22,5                      |      |    |    | 22,5 | 2       |    | 1    |     |                  | x            |
| 316                           | Unité transversale               | 3151 | Anglais-TOEIC3                        | 22,5                      |      |    |    | 22,5 | 2       | 4  | 1    | 2   | x                |              |
|                               |                                  | 3152 | Gestion PME/PMI                       | 22,5                      |      |    |    | 22,5 | 2       |    | 1    |     | x                |              |
| Total                         |                                  |      |                                       | 450                       | 45   | 0  | 75 | 330  | 30      | 30 | 15   | 15  |                  |              |

### B. Semestre 2 (Tronc commun)

| C11-Semestre 2 (Tronc Commun) |                         |      |                                      |                           |       |    |      |      |         |    |      |     |                  |              |
|-------------------------------|-------------------------|------|--------------------------------------|---------------------------|-------|----|------|------|---------|----|------|-----|------------------|--------------|
|                               |                         |      | Elements Constitutifs d'EU           | Volume Horaire Semestriel |       |    |      |      | Credits |    | Coef |     | Régime d'examen  |              |
| UE                            | Unité d'enseignement    | UC   | Module                               | TOT                       | C     | TD | TP   | CI   | ECUE    | UE | ECUE | UE  | Contrôle continu | Régime mixte |
| 321                           | Mathématiques           | 3211 | Optimisation                         | 45                        |       |    | 15   | 30   | 2       | 4  | 1    | 2   |                  | x            |
|                               |                         | 3212 | Systèmes à événements discrets       | 30                        |       |    |      | 30   | 2       |    | 1    |     |                  | x            |
| 322                           | Systèmes et modèles     | 3221 | Test logiciel                        | 37,5                      | 22,5  |    | 15   |      | 3       | 7  | 1,5  | 3,5 |                  | x            |
|                               |                         | 3222 | Programmation logique                | 30                        | 15    |    | 15   |      | 2       |    | 1    |     |                  | x            |
|                               |                         | 3223 | Linux 1                              | 45                        | 22,5  |    | 22,5 |      | 2       |    | 1    |     |                  | x            |
| 323                           | Sémantique & middleware | 3231 | Sémantique des langages              | 30                        |       |    |      | 30   | 2       | 5  | 1    | 2,5 |                  | x            |
|                               |                         | 3232 | Applications réparties et middleware | 37,5                      | 22,5  |    | 15   |      | 3       |    | 1,5  |     |                  | x            |
| 324                           | Informatique avancée    | 3241 | Virtualisation                       | 30                        | 15    |    | 15   |      | 2       | 5  | 1    | 2,5 |                  | x            |
|                               |                         | 3242 | Fondement IA                         | 45                        |       |    |      | 45   | 3       |    | 1,5  |     |                  | x            |
| 325                           | Programmation           | 3251 | Services web                         | 37,5                      | 22,5  |    | 15   |      | 3       | 5  | 1,5  | 2,5 |                  | x            |
|                               |                         | 3252 | J2E                                  | 37,5                      | 22,5  |    | 15   |      | 2       |    | 1    |     |                  | x            |
| 326                           | Unité transversale      | 3261 | Anglais-TOEIC4                       | 22,5                      |       |    |      | 22,5 | 2       | 4  | 1    | 2   | x                |              |
|                               |                         | 3262 | Droit de l'entreprise                | 22,5                      |       |    |      | 22,5 | 2       |    | 1    |     | x                |              |
| Total                         |                         |      |                                      | 450                       | 142.5 | 0  | 128  | 180  | 30      | 30 | 15   | 15  |                  |              |

### C. Semestre 3 (Tronc commun)

| C12-Semestre 3 (Tronc Commun) |                                    |      |                             |                           |       |    |       |      |         |    |      |     |                  |              |
|-------------------------------|------------------------------------|------|-----------------------------|---------------------------|-------|----|-------|------|---------|----|------|-----|------------------|--------------|
|                               |                                    |      | Elements Constitutifs d'EU  | Volume Horaire Semestriel |       |    |       |      | Credits |    | Coef |     | Régime d'examen  |              |
| UE                            | Unité d'enseignement               | UC   | Module                      | TOT                       | C     | TD | TP    | CI   | ECUE    | UE | ECUE | UE  | Contrôle continu | Régime mixte |
| 411                           | BD NoSQL & Architecture distribuée | 4111 | Base de données NoSQL       | 45                        | 22,5  |    | 22,5  |      | 3       | 5  | 1,5  | 2,5 |                  | x            |
|                               |                                    | 4112 | Architectures réparties     | 30                        |       |    |       | 30   | 2       |    | 1    |     |                  | x            |
| 412                           | IA & BI                            | 4121 | Business intelligence       | 37,5                      | 15    |    | 22,5  |      | 2       | 7  | 1    | 3,5 |                  | x            |
|                               |                                    | 4122 | Apprentissage automatique 2 | 45                        | 22,5  |    | 22,5  |      | 3       |    | 1,5  |     |                  | x            |
|                               |                                    | 4123 | Introduction au Big Data    | 37,5                      | 22,5  |    | 15    |      | 2       |    | 1    |     |                  |              |
| 413                           | Programmation                      | 4131 | Programnation mobile        | 37,5                      | 22,5  |    | 15    |      | 3       | 5  | 1,5  | 2,5 |                  | x            |
|                               |                                    | 4132 | Programmation Web avancée   | 37,5                      | 22,5  |    | 15    |      | 2       |    | 1    |     |                  | x            |
| 414                           | Sécurité                           | 4141 | Sécurité des réseaux        | 45                        |       |    |       | 45   | 3       | 5  | 1,5  | 2,5 |                  | x            |
|                               |                                    | 4142 | Cybersecurity               | 30                        |       |    |       | 30   | 2       |    | 1    |     |                  | x            |
| 415                           | Formelles & IoT                    | 4151 | Méthodes formelles          | 22,5                      | 22,5  |    |       |      | 2       | 4  | 1    | 2   |                  | x            |
|                               |                                    | 4152 | IoT 2                       | 22,5                      | 22,5  |    |       |      | 2       |    | 1    |     |                  | x            |
| 416                           | Unité transversale                 | 4151 | TOEIC 5                     | 22,5                      |       |    |       | 22,5 | 2       | 4  | 1    | 2   | x                |              |
|                               |                                    | 4152 | Gestion financière          | 22,5                      |       |    |       | 22,5 | 2       |    | 1    |     | x                |              |
| Total                         |                                    |      |                             | 435                       | 172,5 | 0  | 112,5 | 150  | 30      | 30 | 15   | 15  |                  |              |

### D. Semestre 4 (Tronc commun)

| C12-Semestre 4 (Tronc Commun) |                                |       |   |                           |      |    |       |       |         |    |      |     |                  |              |
|-------------------------------|--------------------------------|-------|---|---------------------------|------|----|-------|-------|---------|----|------|-----|------------------|--------------|
|                               |                                |       | Elements Constitutifs d'EU                | Volume Horaire Semestriel |      |    |       |       | Credits |    | Coef |     | Régime d'examen  |              |
| UE                            | Unité d'enseignement           | UC    | Module                                    | TOT                       | C    | TD | TP    | CI    | ECUE    | UE | ECUE | UE  | Contrôle continu | Régime mixte |
| 421                           | Big Data & Cloud               | 4211  | Traitement Big Data avancé                | 45                        | 22,5 |    | 22,5  |       | 3       | 5  | 1,5  | 2,5 |                  | x            |
|                               |                                | 4212  | Cloud computing et virtualisation         | 30                        |      |    |       | 30    | 2       |    | 1    |     |                  | x            |
| 422                           | Conception & Vérification      | 4221  | Vérification et Validation                | 30                        |      |    |       | 30    | 2       | 4  | 1    | 2   |                  | x            |
|                               |                                | 4222  | Conception par contrat                    | 30                        |      |    |       | 30    | 2       |    | 1    |     |                  | x            |
| 423                           | Calcul & complexité            | 4231  | Calcul à Hautes performances              | 45                        |      |    | 15    | 30    | 3       | 6  | 1,5  | 3   |                  | x            |
|                               |                                | 4232  | Méthodes heuristiques et métaheuristiques | 45                        |      |    |       | 45    | 3       |    | 1,5  |     |                  | x            |
| 424                           | Framework Web & Mobile         | 4241  | Framework web                             | 45                        | 22,5 |    | 22,5  |       | 2       | 5  | 1    | 2,5 | x                |              |
|                               |                                | 4242  | Framework mobile                          | 45                        | 22,5 |    | 22,5  |       | 3       |    | 1,5  |     | x                |              |
| 425                           | Entrepôts & fouille de données | 4251  | Entrepôts de données                      | 37,5                      |      |    | 15    | 22,5  | 3       | 6  | 1,5  | 3   |                  | x            |
|                               |                                | 4252  | Fouille de données                        | 45                        |      |    | 15    | 30    | 3       |    | 1,5  |     |                  | x            |
| 426                           | Unité transversale             | 4251  | TOEIC 6                                   | 22,5                      |      |    |       | 22,5  | 2       | 4  | 1    | 2   | x                |              |
|                               |                                | 4252  | Introduction à la comptabilité            | 22,5                      |      |    |       | 22,5  | 2       |    | 1    |     | x                |              |
|                               |                                | Total |   | 442,5                     | 67,5 | 0  | 112,5 | 262,5 | 30      | 30 | 15   | 15  |                  |              |

## Génie Logiciel & Système d'Information (GLSI)

### E. Semestre 5 (GLSI)

| CI3-GLSI-Semestre 5 |                              |      |  |                           |      |    |       |       |         |    |      |     |                  |              |
|---------------------|------------------------------|------|--|---------------------------|------|----|-------|-------|---------|----|------|-----|------------------|--------------|
|                     |                              |      | Elements Constitutifs d'EU                             | Volume Horaire Semestriel |      |    |       |       | Credits |    | Coef |     | Régime d'examen  |              |
| UE                  | Unité d'enseignement         | UC   | Module   | TOT                       | C    | TD | TP    | CI    | ECUE    | UE | ECUE | UE  | Contrôle continu | Régime mixte |
| 511                 | IA & Réalité virtuelle       | 5111 | Apprentissage profond                                  | 37,5                      | 22,5 |    | 15    |       | 3       | 5  | 1,5  | 2,5 |                  | x            |
|                     |                              | 5112 | Réalité virtuelle et animation 3D                      | 37,5                      | 22,5 |    | 15    |       | 2       |    | 1    |     |                  | x            |
| 512                 | Modèles Workflow & IDM       | 5121 | Techniques d'indexation et recherche                   | 45                        |      |    | 15    | 30    | 3       | 6  | 1,5  | 3   |                  | x            |
|                     |                              | 5122 | Ingénierie dirigée par les modèles et workflow         | 45                        |      |    | 15    | 30    | 3       |    | 1,5  |     |                  | x            |
| 513                 | Projet informatique          | 5131 | Projet génie logiciel                                  | 45                        |      |    | 22,5  | 22,5  | 2       | 6  | 1    | 3   | x                |              |
|                     |                              | 5132 | UX   | 30                        |      |    |       | 30    | 2       |    | 1    |     |                  | x            |
|                     |                              | 5133 | Devops   | 30                        |      |    |       | 30    | 2       |    | 1    |     |                  | x            |
| 514                 | Administration & gouvernance | 5141 | Gouvernance et urbanisation des systèmes d'information | 30                        |      |    |       | 30    | 2       | 5  | 1    | 2,5 |                  | x            |
|                     |                              | 5142 | Administration des bases de données                    | 45                        |      |    | 15    | 30    | 3       |    | 1,5  |     |                  | x            |
| 515                 | Temps réel & embarqué        | 5151 | Systèmes temps réel                                    | 30                        |      |    |       | 30    | 2       | 4  | 1    | 2   |                  | x            |
|                     |                              | 5152 | Programmation pour cible embarquée                     | 30                        | 15   |    | 15    |       | 2       |    | 1    |     |                  | x            |
| 516                 | Unité transversale           | 5151 | TOEIC 7  | 22,5                      |      |    |       | 22,5  | 2       | 4  | 1    | 2   | x                |              |
|                     |                              | 5152 | Developpement durable                                  | 22,5                      |      |    |       | 22,5  | 2       |    | 1    |     | x                |              |
| Total               |                              |      |  | 450                       | 60   | 0  | 112,5 | 277,5 | 30      | 30 | 15   | 15  |                  |              |

### F. Semestre 6 (GLSI)

| CI3-GLSI-Semestre 6 |                        |      |                            |                           |   |    |    |    |         |    |      |    |                  |              |
|---------------------|------------------------|------|----------------------------|---------------------------|---|----|----|----|---------|----|------|----|------------------|--------------|
| UE                  | Unité d'enseignement   | UC   | Elements Constitutifs d'EU | Volume Horaire Semestriel |   |    |    |    | Credits |    | Coef |    | Régime d'examen  |              |
|                     |                        |      | Module                     | TOT                       | C | TD | TP | CI | ECUE    | UE | ECUE | UE | Contrôle continu | Régime mixte |
| 521                 | Projet de Fin d'etudes | 5211 | PFE                        |                           |   |    |    |    |         | 30 |      | 15 |                  | soutenance   |

## Génie Logiciel & Ingénierie de Données (GLID)

### G. Semestre 5 (GLID)

| CI3-GLID-Semestre 1 |                              |      |   |                           |      |    |       |      |         |    |      |     |                  |              |
|---------------------|------------------------------|------|---|---------------------------|------|----|-------|------|---------|----|------|-----|------------------|--------------|
|                     |                              |      | Elements Constitutifs d'EU                  | Volume Horaire Semestriel |      |    |       |      | Credits |    | Coef |     | Régime d'examen  |              |
| UE                  | Unite d'enseignement         | UC   | Module                                      | TOT                       | C    | TD | TP    | CI   | ECUE    | UE | ECUE | UE  | Contrôle continu | Régime mixte |
| 511                 | IA & Big Data                | 5111 | Techniques avancées d'apprentissage profond | 52,5                      | 30   |    | 22,5  |      | 3       | 6  | 1,5  | 3   |                  | x            |
|                     |                              | 5112 | Traitement et framework Big Data            | 45                        | 22,5 |    | 22,5  |      | 3       |    | 1,5  |     |                  | x            |
| 512                 | TAL & CV                     | 5121 | Traitement automatique de langages          | 37,5                      | 22,5 |    | 15    |      | 2       | 5  | 1    | 2,5 |                  | x            |
|                     |                              | 5122 | Vison par ordinateur                        | 45                        | 22,5 |    | 22,5  |      | 3       |    | 1,5  |     |                  | x            |
| 513                 | Projet ML                    | 5131 | Projet fédérateur ML                        | 37,5                      |      |    | 22,5  | 15   | 3       | 5  | 1,5  | 2,5 | x                |              |
|                     |                              | 5132 | MLOps                                       | 30                        |      |    |       | 30   | 2       |    | 1    |     |                  | x            |
| 514                 | EAD & Visualisation          | 5141 | Visualisation des données massives          | 45                        | 15   |    | 30    |      | 2       | 5  | 1    | 2,5 | x                |              |
|                     |                              | 5142 | EAD & Ingénierie de descripteurs            | 37,5                      | 15   |    | 22,5  |      | 3       |    | 1,5  |     |                  | x            |
| 515                 | Série temporelle & Framework | 5151 | Série temporelle                            | 37,5                      | 22,5 |    | 15    |      | 3       | 5  | 1,5  | 2,5 |                  | x            |
|                     |                              | 5152 | Framework ML & DS & DE                      | 30                        |      |    | 30    |      | 2       |    | 1    |     | x                |              |
| 516                 | Unité transversale           | 5151 | TOEIC 7                                     | 22,5                      |      |    |       | 22,5 | 2       | 4  | 1    | 2   | x                |              |
|                     |                              | 5152 | Developpement durable                       | 22,5                      |      |    |       | 22,5 | 2       |    | 1    |     | x                |              |
| Total               |                              |      |   | 442,5                     | 150  | 0  | 202,5 | 90   | 30      | 30 | 15   | 15  |                  |              |

### H. Semestre 6 (GLID)

| CI3-GLID-Semestre 6 |                        |      |                            |                           |   |    |    |    |         |    |      |    |                  |              |
|---------------------|------------------------|------|----------------------------|---------------------------|---|----|----|----|---------|----|------|----|------------------|--------------|
| UE                  | Unité d'enseignement   | UC   | Elements Constitutifs d'EU | Volume Horaire Semestriel |   |    |    |    | Credits |    | Coef |    | Régime d'examen  |              |
|                     |                        |      | Module                     | TOT                       | C | TD | TP | CI | ECUE    | UE | ECUE | UE | Contrôle continu | Régime mixte |
| 521                 | Projet de Fin d'etudes | 5211 | PFE                        |                           |   |    |    |    |         | 30 |      | 15 |                  | soutenance   |

## B. Métiers & Matrice Compétences

- Métiers Visés

Le présent projet se base sur le Référentiel Métiers/Compétences en TIC développé à travers le projet REM/REC, piloté par la Fédération des TIC de l'UTICA, la Banque Mondiale et le bureau EY. La formation d'ingénierie proposée par la faculté des sciences de Bizerte vise à former des jeunes ingénieurs pour les métiers suivants.

- Pour la formation Génie Logiciels & Système d'Information (GLSI)
  - Développeur web Full-stack
  - Développeur mobile
  - Ingénieur cloud computing
  - Ingénieur en intelligence artificielle
  - Ingénieur en cyber-sécurité
  - Testeur
  - Designer/Concepteur d'applications informatiques
  - Intégrateur d'applications web
  - Administrateur des bases de données
- Pour la formation Génie Logiciels & Ingénierie de Données (GLID)
  - Scientifique de données
  - Ingénieur de données et Big Data
  - Ingénieur Business Intelligence
  - Analyste de données
  - Intégrateur
  - Développeur web Full-stack
  - Développeur mobile
  - Ingénieur cloud computing
  - Ingénieur en cyber-sécurité

- Matrice de compétence

La matrice de compétence suivante montre en détails la corrélation entre les matières proposées durant la formation et les compétences acquise et demandées dans le marché d'emploi.

| Référentiel Compétence \ Référentiel Formation  |  | Analyse 1 | Algèbre 1 | Programmation 1 | Algorithmiques et Structures de Données 1 | Système d'exploitation 1 | Circuits électriques | Mécanique générale | Initiation multimédia | Logique informatique | Anglais 1 | Français 1 | Droit de l'homme 1 | Analyse 2 | Algèbre 2 | Base de données 1 | Programmation 2 | Algorithmes et Structures de Données 2 | Ondes et Propagation | Optique Géométrique | Architecture des ordinateurs | Circuits logiques | Anglais 2 | Français 2 | Droit de l'homme 2 |
|---|--|-----------|-----------|-----------------|---|--------------------------|----------------------|--------------------|-----------------------|----------------------|-----------|------------|--------------------|-----------|-----------|-------------------|-----------------|--|----------------------|---------------------|------------------------------|-------------------|-----------|------------|--------------------|
| <b>connaissances Théoriques</b>   |  |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |
| Les modules et les programmes adéquats  |  |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |
| Les composants matériels, les outils et les architectures matérielles                 |  |           |           |                 | X   | X                        |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  | X                    | X                   | X                            | X                 |           |            |                    |
| La conception fonctionnelle et technique  |  |           |           | X               |   |                          |                      |                    | X                     |                      |           |            |                    |           |           |                   | X               |  |                      |                     | X                            |                   |           |            |                    |
| L'état de l'art de la technologie   |  |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |
| Les langages de programmation   |  |           | X         | X               |   |                          |                      |                    | X                     | X                    |           |            |                    |           |           | X                 | X               |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |
| Les animations, les systèmes interactifs comme les jeux et les simulations            |  |           |           |                 |   |                          |                      | X                  | X                     |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     | X                            |                   |           |            |                    |
| Les SGBD (Système de gestion de base de données)                                      |  |           |           | X               |   |                          |                      |                    |                       | X                    |           |            |                    |           | X         |                   | X               |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |
| Les systèmes d'exploitation et les plateformes logicielles                            |  |           | X         |                 | X   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           | X                 |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |
| Les environnements de développement (IDE)   |  |           | X         |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           | X                 |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |
| Le développement rapide d'applications (méthode RAD)                                  |  |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           | X                 |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |
| Les langages de modélisation technique  |  |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |
| Le langage de définition d'interfaces (IDL)   |  |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |
| Les défis liés au volume des gisements de données (Big Data)                          |  |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |
| Les infrastructures informatiques globales des organisations et leurs composants clés |  |           |           |                 |   |                          | X                    |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  | X                    | X                   |                              | X                 |           |            |                    |
| Le domaine d'application et la disponibilité des outils de diagnostic                 |  |           |           |                 |   | X                        |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |
| Les méthodes d'analyse des données  |  |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |
| Les méthodes d'analyse de l'information et des processus métiers                      |  |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |
| Les outils et les appareils informatiques d'analyse des données                       |  |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |
| Les défis liés aux données non structurées (Data Analytics)                           |  |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |
| Les méthodes de gestion des données   |  |           |           |                 |   |                          |                      |                    | X                     |                      |           |            |                    |           |           | X                 |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |
| Les outils et les appareils informatiques de stockage et de recherche de données      |  |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      | X                   |                              |                   |           |            |                    |
| Les procédures de remontées d'informations des organisations                          |  |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |
| <b>Compétences techniques</b>   |  |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |
| Conception des applications   |  |           |           | X               | X   | X                        |                      |                    |                       |                      | X         | X          |                    |           |           |                   | X               | X                                      |                      |                     |                              |                   | X         | X          |                    |
| Conception et développement   |  |           |           | X               | X   | X                        |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   | X               | X                                      |                      |                     |                              | X                 | X         | X          |                    |
| Tests   |  |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |
| Tests de pénétration  |  |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |
| Ingénierie système  |  |           |           |                 |   | X                        | X                    |                    | X                     |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  | X                    | X                   | X                            | X                 |           |            |                    |
| Gestion des risques   |  | X         | X         |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    | X         | X         |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |
| Amélioration des processus  |  |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |
| Assurance qualité informatique  |  |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |
| Gouvernance informatique  |  |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |
| Production de la documentation  |  |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |
| Gestion des données   |  |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           | X                 |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |
| Conception de l'architecture  |  |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           | X                 |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |
| Innovation  |  |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |
| Intégration des systèmes  |  |           |           |                 |   | X                        |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  | X                    | X                   |                              |                   |           |            |                    |
| Livraison de services   |  |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |
| Gestion des problèmes   |  |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |
| Gestion de l'information  |  |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           | X                 |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |
| Gestion des changements métier  |  |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |
| Planification des produits ou des services  |  |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |
| Analyse statistique des données   |  | X         | X         |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            | X                  | X         |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |
| Veille technologique  |  |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       | X                    | X         |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              | X                 | X         |            |                    |
| <b>Soft Skills</b>  |  |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |
| Gestion des problèmes   |  | X         | X         |                 |   |                          |                      | X                  | X                     |                      | X         | X          | X                  | X         | X         |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   | X         | X          | X                  |
| Orientation client  |  |           |           |                 |   |                          |                      | X                  |                       | X                    | X         | X          |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              | X                 | X         | X          |                    |
| Leadership  |  |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |
| Prise de décision   |  |           |           |                 |   |                          |                      |                    | X                     |                      |           |            | X                  |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            | X                  |
| Orientation résultats   |  |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |
| Gestion du changement   |  |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            | X                  |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            | X                  |
| Initiative et proactivité   |  |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      | X         | X          |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   | X         | X          |                    |
| Travail en équipe   |  |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |
| Networking  |  |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |
| Négociation   |  |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |
| Présentation et communication   |  |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       | X                    | X         |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   | X         | X          |                    |
| Versatilité   |  |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |

| Référentiel Compétence \ Référentiel Formation  |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |   |  |
|---|-----------|-----------|-----------------|---|--------------------------|----------------------|--------------------|-----------------------|----------------------|-----------|------------|--------------------|-----------|-----------|-------------------|-----------------|--|----------------------|---------------------|------------------------------|-------------------|-----------|------------|--------------------|---|--|
|   | Analyse 1 | Algèbre 1 | Programmation 1 | Algorithmiques et Structures de Données 1 | Système d'exploitation 1 | Circuits électriques | Mécanique générale | Initiation multimédia | Logique informatique | Anglais 1 | Français 1 | Droit de l'homme 1 | Analyse 2 | Algèbre 2 | Base de données 1 | Programmation 2 | Algorithmes et Structures de Données 2 | Ondes et Propagation | Optique Géométrique | Architecture des ordinateurs | Circuits logiques | Anglais 2 | Français 2 | Droit de l'homme 2 |   |  |
| <b>connaissances Théoriques</b>   |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |   |  |
| Les modules et les programmes adéquats  |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |   |  |
| Les composants matériels, les outils et les architectures matérielles                 |           |           |                 | X   | X                        |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  | X                    | X                   | X                            | X                 |           |            |                    |   |  |
| La conception fonctionnelle et technique  |           |           | X               |   |                          |                      | X                  |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 | X                                      |                      |                     | X                            |                   |           |            |                    |   |  |
| L'état de l'art de la technologie   |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |   |  |
| Les langages de programmation   |           | X         | X               |   |                          |                      | X                  | X                     |                      |           |            |                    |           |           | X                 | X               |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |   |  |
| Les animations, les systèmes interactifs comme les jeux et les simulations            |           |           |                 |   |                          |                      | X                  | X                     |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     | X                            |                   |           |            |                    |   |  |
| Les SGBD (Système de gestion de base de données)                                      |           |           | X               |   |                          |                      |                    | X                     |                      |           |            |                    |           | X         |                   | X               |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |   |  |
| Les systèmes d'exploitation et les plateformes logicielles                            |           | X         |                 | X   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           | X                 |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |   |  |
| Les environnements de développement (IDE)   |           | X         |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   | X               |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |   |  |
| Le développement rapide d'applications (méthode RAD)                                  |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           | X                 |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |   |  |
| Les langages de modélisation technique  |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |   |  |
| Le langage de définition d'interfaces (IDL)   |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |   |  |
| Les défis liés au volume des gisements de données (Big Data)                          |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |   |  |
| Les infrastructures informatiques globales des organisations et leurs composants clés |           |           |                 |   |                          | X                    |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  | X                    | X                   |                              | X                 |           |            |                    |   |  |
| Le domaine d'application et la disponibilité des outils de diagnostic                 |           |           |                 |   | X                        |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |   |  |
| Les méthodes d'analyse des données  |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |   |  |
| Les méthodes d'analyse de l'information et des processus métiers                      |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |   |  |
| Les outils et les appareils informatiques d'analyse des données                       |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |   |  |
| Les défis liés aux données non structurées (Data Analytics)                           |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |   |  |
| Les méthodes de gestion des données   |           |           |                 |   |                          |                      | X                  |                       |                      |           |            |                    |           |           | X                 |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |   |  |
| Les outils et les appareils informatiques de stockage et de recherche de données      |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     | X                            |                   |           |            |                    |   |  |
| Les procédures de remontées d'informations des organisations                          |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |   |  |
| <b>Compétences techniques</b>   |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |   |  |
| Conception des applications   |           |           | X               | X   | X                        |                      |                    |                       |                      | X         | X          |                    |           |           |                   | X               | X                                      |                      |                     |                              |                   | X         | X          |                    |   |  |
| Conception et développement   |           |           | X               | X   | X                        |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   | X               | X                                      |                      |                     |                              | X                 | X         |            |                    |   |  |
| Tests   |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |   |  |
| Tests de pénétration  |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |   |  |
| Ingénierie système  |           |           |                 | X   | X                        |                      | X                  |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  | X                    | X                   | X                            | X                 |           |            |                    |   |  |
| Gestion des risques   | X         | X         |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    | X         | X         |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |   |  |
| Amélioration des processus  |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |   |  |
| Assurance qualité informatique  |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |   |  |
| Gouvernance informatique  |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |   |  |
| Production de la documentation  |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |   |  |
| Gestion des données   |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           | X                 |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |   |  |
| Conception de l'architecture  |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           | X                 |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |   |  |
| Innovation  |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |   |  |
| Intégration des systèmes  |           |           |                 |   | X                        |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  | X                    | X                   |                              |                   |           |            |                    |   |  |
| Livraison de services   |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |   |  |
| Gestion des problèmes   |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |   |  |
| Gestion de l'information  |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           | X                 |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |   |  |
| Gestion des changements métier  |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |   |  |
| Planification des produits ou des services  |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |   |  |
| Analyse statistique des données   | X         | X         |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    | X         | X         |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |   |  |
| Veille technologique  |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      | X         | X          |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            | X                  | X |  |
| <b>Soft Skills</b>  |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |   |  |
| Gestion des problèmes   | X         | X         |                 |   |                          | X                    | X                  |                       | X                    | X         | X          | X                  | X         |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   | X         | X          | X                  |   |  |
| Orientation client  |           |           |                 |   |                          |                      | X                  |                       | X                    | X         | X          |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   | X         | X          | X                  |   |  |
| Leadership  |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |   |  |
| Prise de décision   |           |           |                 |   |                          |                      |                    | X                     |                      |           | X          |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            | X                  |   |  |
| Orientation résultats   |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |   |  |
| Gestion du changement   |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           | X          |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    | X |  |
| Initiative et proactivité   |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      | X         | X          |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   | X         | X          |                    |   |  |
| Travail en équipe   |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |   |  |
| Networking  |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |   |  |
| Négociation   |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |   |  |
| Présentation et communication   |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      | X         | X          |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   | X         | X          |                    |   |  |
| Versatilité   |           |           |                 |   |                          |                      |                    |                       |                      |           |            |                    |           |           |                   |                 |  |                      |                     |                              |                   |           |            |                    |   |  |

| Référentiel Compétence \ Référentiel Formation  | Traitement du Signal | Recherche opérationnelle | Conception Orientée Objet | Programmation Python 2 | I.H.M. | Théorie de l'information et Codage | Architecture des applications Web & Mobiles | Réseaux II | Conception et analyse d'algorithmes | Sémantique des langages | Anglais (TOIC 3) | Gestion PME/PMI | Mathématique Financière | Culture 3 | Optimisation | Systèmes à événements discrets | Programmation Logique | Prog. Système sous Unix | Test logiciel | Fondement des systèmes distribués | Applications Reparties et Middlewar e | Virtualisation | Techniques de Communica-tion 1 | Anglais (TOIC 4) | Methode Agile | Droit des Entreprises |
|---|----------------------|--------------------------|---------------------------|------------------------|--------|------------------------------------|---|------------|-------------------------------------|-------------------------|------------------|-----------------|-------------------------|-----------|--------------|--------------------------------|-----------------------|-------------------------|---------------|-----------------------------------|---------------------------------------|----------------|--------------------------------|------------------|---------------|-----------------------|
| connaissances Théoriques  |                      |                          |                           |                        |        |                                    |   |            |                                     |                         |                  |                 |                         |           |              |                                |                       |                         |               |                                   |                                       |                |                                |                  |               |                       |
| Les modules et les programmes adéquats  |                      |                          |                           |                        |        | X                                  |   |            |                                     |                         |                  |                 |                         |           |              |                                |                       |                         |               |                                   |                                       |                |                                |                  |               |                       |
| Les composants matériels, les outils et les architectures matérielles                 |                      |                          |                           |                        |        | X                                  | X   |            |                                     |                         |                  |                 |                         |           |              |                                |                       | X                       |               |                                   |                                       |                |                                |                  |               |                       |
| La conception fonctionnelle et technique  |                      | X                        |                           |                        |        | X                                  |   | X          |                                     |                         |                  | X               |                         |           |              |                                |                       |                         |               |                                   |                                       |                |                                |                  |               |                       |
| L'état de l'art de la technologie   |                      |                          |                           |                        | X      |                                    |   |            |                                     |                         |                  |                 |                         |           |              |                                |                       |                         |               |                                   |                                       |                |                                |                  |               |                       |
| Les langages de programmation   |                      |                          | X                         |                        |        |                                    |   |            | X                                   | X                       |                  |                 |                         |           |              |                                | X                     | X                       |               |                                   |                                       |                |                                |                  |               |                       |
| Les animations, les systèmes interactifs comme les jeux et les simulations            |                      |                          | X                         | X                      |        |                                    |   |            |                                     |                         |                  |                 |                         |           |              |                                |                       |                         |               |                                   |                                       |                |                                |                  |               |                       |
| Les SGBD (Système de gestion de base de données)                                      |                      |                          |                           |                        |        |                                    |   |            | X                                   |                         |                  |                 |                         |           |              |                                |                       |                         |               |                                   |                                       | X              |                                |                  |               |                       |
| Les systèmes d'exploitation et les plateformes logicielles                            |                      |                          |                           |                        |        |                                    |   |            |                                     |                         |                  |                 |                         |           |              |                                | X                     | X                       |               |                                   |                                       |                |                                |                  |               |                       |
| Les environnements de développement (IDE)   |                      |                          |                           |                        |        |                                    |   |            |                                     |                         |                  |                 |                         |           |              |                                | X                     | X                       |               |                                   |                                       |                |                                |                  |               |                       |
| Le développement rapide d'applications (méthode RAD)                                  |                      |                          |                           |                        |        |                                    |   |            |                                     |                         |                  |                 |                         |           |              |                                |                       |                         |               |                                   |                                       |                |                                |                  |               |                       |
| Les langages de modélisation technique  |                      |                          |                           |                        |        | X                                  |   |            |                                     |                         |                  |                 |                         |           |              |                                |                       |                         |               |                                   |                                       |                |                                |                  |               |                       |
| Le langage de définition d'interfaces (IDL)   |                      |                          |                           |                        |        |                                    | X   |            |                                     |                         |                  |                 |                         |           |              |                                |                       |                         |               |                                   |                                       |                |                                |                  |               |                       |
| Les défis liés au volume des gisements de données (Big Data)                          |                      |                          |                           |                        |        |                                    |   |            |                                     |                         |                  |                 |                         |           |              |                                |                       |                         |               |                                   |                                       |                |                                |                  |               |                       |
| Les infrastructures informatiques globales des organisations et leurs composants clés | X                    |                          |                           |                        |        |                                    | X   |            |                                     |                         |                  |                 |                         |           |              |                                |                       |                         |               |                                   |                                       | X              |                                |                  |               |                       |
| Le domaine d'application et la disponibilité des outils de diagnostic                 |                      |                          |                           |                        |        |                                    |   |            |                                     |                         |                  |                 |                         |           |              |                                |                       |                         | X             |                                   |                                       |                |                                |                  |               |                       |
| Les méthodes d'analyse des données  |                      | X                        |                           |                        |        |                                    |   |            |                                     |                         |                  |                 |                         |           | X            | X                              |                       |                         |               |                                   |                                       |                |                                |                  |               |                       |
| Les méthodes d'analyse de l'information et des processus métiers                      |                      | X                        |                           |                        |        |                                    |   |            |                                     |                         |                  |                 |                         |           |              | X                              |                       |                         |               |                                   |                                       |                |                                |                  |               |                       |
| Les outils et les appareils informatiques d'analyse des données                       |                      |                          |                           |                        |        |                                    |   |            |                                     |                         |                  |                 |                         |           |              |                                |                       |                         |               |                                   |                                       |                |                                |                  |               |                       |
| Les défis liés aux données non structurées (Data Analytics)                           |                      |                          |                           |                        |        |                                    |   |            |                                     |                         |                  |                 |                         |           |              |                                |                       |                         |               |                                   |                                       |                |                                |                  |               |                       |
| Les méthodes de gestion des données   |                      |                          | X                         | X                      |        |                                    |   |            |                                     |                         |                  |                 |                         |           |              |                                |                       |                         |               |                                   |                                       |                |                                |                  |               |                       |
| Les outils et les appareils informatiques de stockage et de recherche de données      |                      |                          |                           |                        |        |                                    |   |            |                                     |                         |                  |                 |                         |           |              |                                |                       |                         |               |                                   |                                       | X              |                                |                  |               |                       |
| Les procédures de remontées d'informations des organisations                          |                      |                          |                           |                        |        |                                    |   |            |                                     |                         |                  |                 |                         |           |              |                                |                       |                         |               |                                   |                                       |                |                                |                  |               |                       |
| Compétences techniques  |                      |                          |                           |                        |        |                                    |   |            |                                     |                         |                  |                 |                         |           |              |                                |                       |                         |               |                                   |                                       |                |                                |                  |               |                       |
| Conception des applications   |                      |                          | X                         | X                      | X      |                                    |   |            |                                     | X                       |                  | X               |                         |           |              |                                |                       |                         |               |                                   |                                       |                |                                | X                |               |                       |
| Conception et développement   |                      |                          | X                         | X                      |        |                                    |   | X          |                                     |                         |                  |                 |                         |           | X            |                                | X                     | X                       |               |                                   |                                       | X              |                                |                  |               |                       |
| Tests   |                      |                          |                           |                        |        |                                    |   |            |                                     |                         |                  |                 |                         |           |              |                                |                       |                         | X             |                                   |                                       |                |                                |                  |               |                       |
| Tests de pénétration  |                      |                          |                           |                        |        |                                    |   |            |                                     |                         |                  |                 |                         |           |              |                                |                       |                         | X             |                                   |                                       |                |                                |                  |               |                       |
| Ingénierie système  |                      |                          |                           |                        |        | X                                  |   |            |                                     |                         |                  |                 |                         |           |              |                                |                       | X                       |               |                                   |                                       | X              |                                |                  |               |                       |
| Gestion des risques   |                      | X                        |                           |                        | X      |                                    | X   |            |                                     |                         |                  | X               |                         |           |              | X                              |                       |                         |               |                                   |                                       |                |                                |                  |               |                       |
| Amélioration des processus  |                      |                          |                           |                        |        |                                    |   |            |                                     |                         |                  |                 |                         |           |              |                                |                       |                         |               |                                   |                                       |                |                                |                  |               |                       |
| Assurance qualité informatique  |                      |                          |                           |                        |        |                                    |   |            |                                     |                         |                  |                 |                         |           |              |                                |                       |                         |               |                                   |                                       |                |                                |                  |               |                       |
| Gouvernance informatique  |                      |                          |                           |                        |        |                                    |   |            |                                     |                         |                  |                 |                         |           |              |                                |                       |                         |               |                                   |                                       |                |                                |                  |               |                       |
| Production de la documentation  |                      |                          | X                         |                        |        |                                    |   |            |                                     |                         |                  |                 |                         |           |              |                                |                       |                         | X             |                                   |                                       |                |                                |                  |               |                       |
| Gestion des données   |                      |                          | X                         |                        |        |                                    |   |            |                                     |                         |                  | X               |                         |           |              |                                |                       |                         |               |                                   |                                       | X              |                                |                  |               |                       |
| Conception de l'architecture  |                      |                          | X                         |                        |        | X                                  |   |            |                                     |                         |                  | X               |                         |           |              |                                |                       |                         |               |                                   |                                       |                |                                |                  |               |                       |
| Innovation  |                      |                          |                           |                        |        |                                    |   |            |                                     |                         | X                |                 | X                       |           |              |                                |                       |                         |               |                                   |                                       | X              | X                              |                  |               |                       |
| Intégration des systèmes  |                      |                          |                           |                        |        |                                    |   |            |                                     |                         |                  |                 |                         |           |              |                                |                       |                         |               | X                                 | X                                     | X              |                                |                  |               |                       |
| Livraison de services   |                      |                          |                           |                        |        |                                    |   |            |                                     |                         |                  |                 |                         |           |              |                                |                       |                         |               |                                   |                                       |                |                                |                  |               |                       |
| Gestion des problèmes   |                      |                          |                           |                        |        |                                    |   |            |                                     |                         |                  |                 |                         |           |              | X                              |                       |                         |               |                                   |                                       |                |                                |                  |               |                       |
| Gestion de l'information  |                      |                          |                           |                        | X      |                                    |   |            |                                     |                         |                  |                 |                         |           | X            |                                |                       |                         |               |                                   |                                       |                |                                |                  |               |                       |
| Gestion des changements métier  |                      |                          | X                         |                        |        |                                    |   |            |                                     |                         |                  |                 |                         |           |              |                                |                       |                         |               |                                   |                                       |                |                                |                  |               |                       |
| Planification des produits ou des services  |                      |                          |                           |                        |        |                                    |   |            |                                     |                         |                  |                 |                         |           |              |                                |                       |                         |               |                                   |                                       |                |                                |                  |               |                       |
| Analyse statistique des données   |                      | X                        |                           |                        |        |                                    |   |            |                                     |                         |                  |                 |                         |           |              | X                              |                       |                         |               |                                   |                                       |                |                                |                  |               |                       |
| Veille technologique  |                      |                          |                           | X                      |        | X                                  | X   |            |                                     |                         | X                | X               |                         |           |              |                                |                       |                         |               |                                   |                                       |                | X                              | X                |               |                       |
| Soft Skills   |                      |                          |                           |                        |        |                                    |   |            |                                     |                         |                  |                 |                         |           |              |                                |                       |                         |               |                                   |                                       |                |                                |                  |               |                       |
| Gestion des problèmes   |                      | X                        |                           | X                      |        |                                    | X   | X          |                                     |                         | X                | X               | X                       | X         | X            | X                              |                       |                         |               |                                   |                                       |                | X                              | X                | X             | X                     |
| Orientation client  |                      |                          |                           |                        |        |                                    |   |            |                                     | X                       |                  |                 |                         |           |              |                                |                       |                         |               |                                   |                                       |                | X                              | X                | X             | X                     |
| Leadership  |                      |                          |                           |                        |        |                                    |   |            |                                     |                         |                  |                 |                         |           |              |                                |                       |                         |               |                                   |                                       |                |                                |                  |               |                       |
| Prise de décision   |                      | X                        |                           |                        |        |                                    |   |            |                                     |                         |                  | X               | X                       |           | X            |                                |                       |                         |               |                                   |                                       |                |                                |                  |               | X                     |
| Orientation résultats   |                      |                          |                           |                        |        |                                    |   |            |                                     |                         |                  | X               | X                       | X         |              |                                |                       |                         |               |                                   |                                       |                |                                |                  | X             |                       |
| Gestion du changement   |                      |                          |                           |                        |        |                                    |   |            |                                     |                         |                  |                 | X                       | X         |              |                                |                       |                         |               |                                   |                                       |                |                                |                  | X             | X                     |
| Initiative et proactivité   |                      |                          |                           |                        |        |                                    |   |            |                                     |                         | X                | X               | X                       | X         |              |                                |                       |                         |               |                                   |                                       |                | X                              | X                |               |                       |
| Travail en équipe   |                      |                          |                           |                        |        |                                    |   |            |                                     |                         |                  | X               |                         | X         |              |                                |                       |                         |               |                                   |                                       |                |                                |                  | X             |                       |
| Networking  |                      |                          |                           |                        |        |                                    |   |            |                                     |                         |                  | X               |                         |           |              |                                |                       |                         |               |                                   |                                       |                |                                |                  |               |                       |
| Négociation   |                      |                          |                           |                        |        |                                    |   |            |                                     |                         |                  | X               | X                       |           |              |                                |                       |                         |               |                                   |                                       |                |                                |                  | X             |                       |
| Présentation et communication   |                      |                          |                           |                        |        |                                    |   |            |                                     | X                       |                  |                 | X                       |           |              |                                |                       |                         |               |                                   |                                       |                | X                              | X                |               |                       |
| Versatilité   |                      |                          |                           |                        |        |                                    |   |            |                                     |                         |                  | X               |                         |           |              |                                |                       |                         |               |                                   |                                       |                |                                |                  |               |                       |



[illegible]

| Référentiel Compétence \ Référentiel Formation  | Cyber-sécurité et privacy | Framework Sciences de Données (Keras, Tensor Flow) | Les patrons de conceptions | Apprentissage profond | Traitement & Frameworks Big Data | Internet des Objets | Conduite de projets Sciences de données |
|---|---------------------------|--|----------------------------|-----------------------|----------------------------------|---------------------|---|
| <b>connaissances Théoriques</b>   |                           |  |                            |                       |                                  |                     |   |
| Les modules et les programmes adéquats  |                           | X  | X                          |                       |                                  |                     |   |
| Les composants matériels, les outils et les architectures matérielles                 | X                         |  | X                          |                       | X                                |                     |   |
| La conception fonctionnelle et technique  |                           | X  |                            |                       | X                                |                     |   |
| L'état de l'art de la technologie   |                           |  |                            |                       |                                  |                     |   |
| Les langages de programmation   |                           |  | X                          | X                     | X                                | X                   |   |
| Les animations, les systèmes interactifs comme les jeux et les simulations            |                           |  |                            |                       | X                                | X                   |   |
| Les SGBD (Système de gestion de base de données)                                      |                           |  |                            | X                     | X                                | X                   |   |
| Les systèmes d'exploitation et les plateformes logicielles                            |                           |  |                            |                       | X                                | X                   |   |
| Les environnements de développement (IDE)   |                           |  |                            | X                     |                                  | X                   |   |
| Le développement rapide d'applications (méthode RAD)                                  |                           |  |                            |                       |                                  | X                   |   |
| Les langages de modélisation technique  |                           | X  |                            |                       |                                  | X                   |   |
| Le langage de définition d'interfaces (IDL)   |                           |  |                            |                       |                                  | X                   |   |
| Les défis liés au volume des gisements de données (Big Data)                          |                           |  |                            | X                     |                                  |                     |   |
| Les infrastructures informatiques globales des organisations et leurs composants clés |                           |  |                            |                       |                                  |                     | X                                       |
| Le domaine d'application et la disponibilité des outils de diagnostic                 |                           |  |                            |                       |                                  |                     |   |
| Les méthodes d'analyse des données  |                           |  |                            |                       |                                  |                     |   |
| Les méthodes d'analyse de l'information et des processus métiers                      |                           |  |                            |                       |                                  |                     |   |
| Les outils et les appareils informatiques d'analyse des données                       |                           |  |                            |                       |                                  |                     |   |
| Les défis liés aux données nonstructurées (Data Analytics)                            |                           |  |                            |                       |                                  |                     |   |
| Les méthodes de gestion des données   |                           |  |                            | X                     |                                  |                     |   |
| Les outils et les appareils informatiques de stockage et de recherche de données      |                           |  |                            | X                     |                                  | X                   |   |
| Les procédures de remontées d'informations des organisations                          |                           |  |                            |                       |                                  |                     |   |
| <b>Compétences techniques</b>   |                           |  |                            |                       |                                  |                     |   |
| Conception des applications   | X                         |  | X                          |                       | X                                | X                   |   |
| Conception et développement   | X                         |  |                            |                       | X                                | X                   |   |
| Tests   | X                         |  |                            |                       |                                  |                     |   |
| Tests de pénétration  |                           | X  |                            |                       | X                                | X                   |   |
| Ingénierie système  | X                         |  | X                          |                       | X                                |                     |   |
| Gestion des risques   | X                         |  |                            |                       |                                  |                     |   |
| Amélioration des processus  |                           |  |                            |                       |                                  |                     |   |
| Assurance qualité informatique  |                           |  |                            |                       |                                  |                     |   |
| Gouvernance informatique  |                           |  |                            |                       |                                  |                     |   |
| Production de la documentation  |                           |  | X                          | X                     | X                                | X                   |   |
| Gestion des données   |                           | X  | X                          |                       | X                                | X                   |   |
| Conception de l'architecture  |                           |  | X                          |                       | X                                | X                   |   |
| Innovation  |                           |  |                            |                       | X                                | X                   |   |
| Intégration des systèmes  | X                         |  |                            |                       |                                  | X                   |   |
| Livraison de services   |                           |  |                            |                       |                                  |                     |   |
| Gestion des problèmes   |                           |  |                            | X                     |                                  |                     |   |
| Gestion de l'information  | X                         |  |                            |                       |                                  | X                   |   |
| Gestion des changements métier  | X                         |  |                            |                       |                                  |                     |   |
| Planification des produits ou des services  |                           |  |                            |                       |                                  |                     |   |
| Analyse statistique des données   |                           | X  | X                          | X                     | X                                | X                   |   |
| Veille technologique  |                           | X  | X                          |                       |                                  | X                   |   |
| <b>Soft Skills</b>  |                           |  |                            |                       |                                  |                     |   |
| Gestion des problèmes   |                           |  |                            |                       |                                  |                     | X                                       |
| Orientation client  | X                         |  |                            |                       |                                  |                     |   |
| Leadership  |                           |  | X                          | X                     |                                  | X                   |   |
| Prise de décision   | X                         |  |                            |                       |                                  |                     | X                                       |
| Orientation résultats   |                           |  |                            |                       |                                  |                     |   |
| Gestion du changement   |                           |  |                            |                       |                                  |                     | X                                       |
| Initiative et proactivité   |                           |  |                            |                       |                                  |                     | X                                       |
| Travail en équipe   |                           |  |                            |                       |                                  |                     | X                                       |
| Networking  |                           |  |                            |                       |                                  |                     |   |
| Négociation   |                           |  |                            |                       |                                  |                     | X                                       |
| Présentation et communication   |                           |  |                            |                       |                                  |                     | X                                       |
| Versatilité   |                           |  |                            |                       |                                  |                     |   |

## C. Ressources & Corps enseignants

### A. Ressources

Outre les ressources de la faculté de science de Bizerte en termes de, personnels, d'enseignants et équipements

- Un FabLab
- Centre de formation et certification 4C
- Bibliothèque très riche en références de qualité
- .....

le département d'informatique, porteur du présent projet, dispose d'une structure matérielle et personnelle assez compétente permettant d'assurer la formation d'ingénieur. Nous citons :

- Un service de technologie d'information (IT) comptant 07 techniciens qui veillent sur la maintenance des machines et équipements du département.
- Une secrétaire de département
- Un agent administratif mis par la direction de la faculté à la disposition du cycle d'ingénieurs
- Un nombre total de salle de TP égale à 14
- 02 salles bien équipées (PC de dernière génération : I7, carte graphique NVIDIA GTX, ...)
- réservées aux TP de science et ingénierie de données
- Une académie CISCO
- Laboratoire de recherche « IDEA : Artificial Intelligence, Data Engineering and Applications »

### B. Corps enseignant

Le département de la faculté des sciences de Bizerte comporte 37 enseignants dont

- 02 Professeurs
- 05 Maître de conférences
- 21 Maître-assistant
- 01 Assistant
- 08 Professeurs de tronc commun (informatique)

La répartition des modules d'enseignement du cycle ingénieur est représenté dans le tableau ci-dessous

| CII-Semestre 1 (Tronc Commun) |                                  |      |                                       |                  |       |              |                   |
|-------------------------------|----------------------------------|------|---------------------------------------|------------------|-------|--------------|-------------------|
| UE                            | Unité d'enseignement             | UC   | Module                                | Enseignant       | Grade | appartenance | Responsable Unité |
| 311                           | Mathématiques                    | 3111 | Recherche opérationnelle              | Fadi Kacem       | MA    | FSB          |                   |
|                               |                                  | 3112 | Théorie de l'information et codage    | Emna Ben Salem   | MA    | FSB          |                   |
|                               |                                  | 3113 | signaux & images                      | Hala Mahersia    | MC    | FSB          | X                 |
| 312                           | Informatique                     | 3121 | Programmation Python avancée          | Tarek Ben Mena   | MA    | FSB          |                   |
|                               |                                  | 3122 | IHM                                   | Raoudha Beltaifa | MA    | FSB          | X                 |
| 313                           | Réseaux et sécurité informatique | 3131 | Sécurité informatique 1               | Neila Krichen    | MA    | FSB          |                   |
|                               |                                  | 3132 | Réseaux 2                             | Imen Jemili      | MC    | FSB          | X                 |
| 314                           | Informatique avancée             | 3141 | Conception et analyse des algorithmes | Mohamed Barkaoui | MC    | FSB          | X                 |
|                               |                                  | 3142 | Sémantique des langages               | Mohamed Barkaoui | MC    | FSB          |                   |
| 315                           | Apprentissage et IoT             | 3151 | Apprentissage automatique 1           | Rim Mahouachi    | MA    | FSB          |                   |
|                               |                                  | 3152 | IoT 1                                 | Soumaya Dahi     | MA    | FSB          | X                 |
| 316                           | Unité transversale               | 3151 | Anglais-TOEIC3                        |                  |       |              |                   |
|                               |                                  | 3152 | Gestion PME/PMI                       |                  |       |              |                   |

| CI1-Semestre 2 (Tronc Commun) |                        |      |                                      |                      |       |              |                   |
|-------------------------------|------------------------|------|--------------------------------------|----------------------|-------|--------------|-------------------|
| UE                            | Unité d'enseignement   | UC   | Module                               | Enseignant           | Grade | appartenance | Responsable Unité |
| 321                           | Mathématiques          | 3211 | Optimisation                         | Fadi Kacem           | MA    | FSB          | X                 |
|                               |                        | 3212 | Systèmes à événements discrets       | Khaled Barbria       | MA    | FSB          |                   |
| 322                           | Systèmes et modèles    | 3221 | Test logiciel                        | Raoudha Beltaifa     | MA    | FSB          |                   |
|                               |                        | 3222 | Programmation logique                | Khaled Barbria       | MA    | FSB          | X                 |
|                               |                        | 3223 | Linux 1                              | Tarek Ben Mena       | MA    | FSB          |                   |
| 323                           | Informatique distribué | 3231 | Fondement des systèmes distribués    | Khaled Barbria       | MA    | FSB          |                   |
|                               |                        | 3232 | Applications réparties et middleware | Khaled Barbria       | MA    | FSB          | X                 |
| 324                           | Informatique avancée   | 3241 | Virtualisation                       | Soumaya Dahi         | MA    | FSB          |                   |
|                               |                        | 3242 | Fondement IA                         | Hala Mahersia        | MA    | FSB          |                   |
| 325                           | Programmation          | 3251 | Services web                         | Nadia Bel Hadj Aissa | MA    | FSB          | X                 |
|                               |                        | 3252 | J2E                                  | Selma Batti          | A     | FSB          |                   |
| 326                           | Unité transversale     | 3261 | Anglais-TOEIC4                       |                      |       |              |                   |
|                               |                        | 3262 | Droit de l'entreprise                |                      |       |              |                   |

| CI2-Semestre 3 (Tronc Commun) |                                    |      |                             |                       |       |              |                   |
|-------------------------------|------------------------------------|------|-----------------------------|-----------------------|-------|--------------|-------------------|
| UE                            | Unité d'enseignement               | UC   | Module                      | Enseignant            | Grade | appartenance | Responsable Unité |
| 411                           | BD NoSQL & Architecture distribuée | 4111 | Base de données NoSQL       | Tarek Ben Mena        | MA    | FSB          |                   |
|                               |                                    | 4112 | Architectures réparties     | Khaled Barbria        | MA    | FSB          | X                 |
| 412                           | IA & BI                            | 4121 | Business intelligence       | Habib Fathalla        | Pr    | Pr           | X                 |
|                               |                                    | 4122 | Apprentissage automatique 2 | Anis Ben Aicha        | MA    | FSB          |                   |
|                               |                                    | 4123 | Introduction au Big Data    | Mohamed Anouar Dahdah | PTC   | FSB          |                   |
| 413                           | Programmation                      | 4131 | Programmation mobile        | Nadia Bel Hadj Aissa  | MA    | FSB          | X                 |
|                               |                                    | 4132 | Programmation Web avancée   | Nadia Bel Hadj Aissa  | MA    | FSB          |                   |
| 414                           | Sécurité                           | 4141 | Sécurité des réseaux        | Imen Jemili           | MC    | FSB          |                   |
|                               |                                    | 4142 | Cybersecurity               | Neila Krichen         | MA    | FSB          |                   |
| 415                           | Formelles & IoT                    | 4151 | Méthodes formelles          | Raoudha Beltaif       | MA    | FSB          | X                 |
|                               |                                    | 4152 | IoT 2                       | Mohamed ould Hassen   | MA    | FSB          |                   |
| 416                           | Unité transversale                 | 4151 | TOEIC 5                     |                       |       |              |                   |
|                               |                                    | 4152 | Gestion financière          |                       |       |              |                   |

| CI2-Semestre 4 (Tronc Commun) |                                |      |   |                       |       |              |                   |
|-------------------------------|--------------------------------|------|---|-----------------------|-------|--------------|-------------------|
| UE                            | Unité d'enseignement           | UC   | Module                                    | Enseignant            | Grade | appartenance | Responsable Unité |
| 421                           | Big Data & Cloud               | 4211 | Traitement Big Data avancé                | Anis Ben Aicha        | MA    | FSB          | X                 |
|                               |                                | 4212 | Cloud computing et virtualisation         | Soumay Dahi           | MA    | FSB          |                   |
| 422                           | Conception & Vérification      | 4221 | Vérification et Validation                | Raoudha Beltaif       | MA    | FSB          |                   |
|                               |                                | 4222 | Conception par contrat                    | Tarek Ben Mena        | MA    | FSB          | X                 |
| 423                           | Calcul & complexité            | 4231 | Calcul à Hautes performances              | Khaled Barbria        | MA    | FSB          |                   |
|                               |                                | 4232 | Méthodes heuristiques et métaheuristiques | Mohamed Barkaoui      | MC    | FSB          | X                 |
| 424                           | Framework Web & Mobile         | 4241 | Framework web                             | Mohamed Anouar Dahdah | PTC   | FSB          | X                 |
|                               |                                | 4242 | Framework mobile                          | Mohamed Anouar Dahdah | PTC   | FSB          |                   |
| 425                           | Entrepôts & fouille de données | 4251 | Entrepôts de données                      | Olfa Dridi            | MA    | FSB          | X                 |
|                               |                                | 4252 | Fouille de données                        | Rim Mahouachi         | MA    | FSB          |                   |
| 426                           | Unité transversale             | 4251 | TOEIC 6                                   |                       |       |              |                   |
|                               |                                | 4252 | Introduction à la comptabilité            |                       |       |              |                   |

| CI3-GLSI-Semestre 5 |                              |      |  |                     |       |              |                   |
|---------------------|------------------------------|------|--|---------------------|-------|--------------|-------------------|
| UE                  | Unité d'enseignement         | UC   | Module   | Enseignant          | Grade | appartenance | Responsable Unité |
| 511                 | IA & Réalité virtuelle       | 5111 | Apprentissage profond                                  | Anis Ben Aicha      | MA    | FSB          | X                 |
|                     |                              | 5112 | Réalité virtuelle et animation 3D                      | Sabra Mabrouk       | MA    | FSB          |                   |
| 512                 | Modèles Workflow & IDM       | 5121 | Techniques d'indexation et recherche                   | Rim Mahouachi       | MA    | FSB          |                   |
|                     |                              | 5122 | Ingénierie dirigée par les modèles et workflow         | Raoudha Beltaif     | MA    | FSB          | X                 |
| 513                 | Projet informatique          | 5131 | Projet génie logiciel                                  | Habib Fathalla      | Pr.   | FSB          | X                 |
|                     |                              | 5132 | UX   | Rim Mahouachi       | MA    | FSB          |                   |
|                     |                              | 5133 | Devops   | Tarek Ben Mena      | MA    | FSB          |                   |
| 514                 | Administration & gouvernance | 5141 | Gouvernance et urbanisation des systèmes d'information | Olfa Dridi          | MA    | FSB          | X                 |
|                     |                              | 5142 | Administration des bases de données                    | Olfa Dridi          | MA    | FSB          |                   |
| 515                 | Temps réel & embarqué        | 5151 | Systèmes temps réel                                    | Mohamed Ould Hassen | MA    | FSB          |                   |
|                     |                              | 5152 | Programmation pour cible embarquée                     | Mohamed Ould Hassen | MA    | FSB          | X                 |
| 516                 | Unité transversale           | 5151 | TOEIC 7  |                     |       |              |                   |
|                     |                              | 5152 | Developpement durable                                  |                     |       |              |                   |

| CI3-GLID-Semestre 1 |                              |      |   |                 |       |              |                   |
|---------------------|------------------------------|------|---|-----------------|-------|--------------|-------------------|
| UE                  | Unité d'enseignement         | UC   | Module                                      | Enseignant      | Grade | appartenance | Responsable Unité |
| 511                 | IA & Big Data                | 5111 | Techniques avancées d'apprentissage profond | Anis Ben Aicha  | MA    | FSB          | X                 |
|                     |                              | 5112 | Traitement et framework Big Data            | Tarek Ben Mena  | MA    | FSB          |                   |
| 512                 | TAL & CV                     | 5121 | Traitement automatique de langages          | Hela Mahersia   | MC    | FSB          |                   |
|                     |                              | 5122 | Vision par ordinateur                       | Hela Mahersia   | MC    | FSB          | X                 |
| 513                 | Projet ML                    | 5131 | Projet fédérateur ML                        | Habib Fathallah | Pr.   | FSB          | X                 |
|                     |                              | 5132 | MLOps                                       | Anis Ben Aicha  | MA    | FSB          |                   |
| 514                 | EAD & Visualisation          | 5141 | Visualisation des données massives          | Anis Ben Aicha  | MA    | FSB          | X                 |
|                     |                              | 5142 | EAD & Ingénierie de descripteurs            | Anis Ben Aicha  | MA    | FSB          |                   |
| 515                 | Série temporelle & Framework | 5151 | Série temporelle                            | Dorsaf Omri     | MA    | FSB          | X                 |
|                     |                              | 5152 | Framework ML & DS & DE                      | Rim Mahouachi   | MA    | FSB          |                   |
| 516                 | Unité transversale           | 5151 | TOEIC 7                                     |                 |       |              |                   |
|                     |                              | 5152 | Developpement durable                       |                 |       |              |                   |

## D. Fiches matières

### A. Semestre 1 (Tronc Commun)

#### Fiche descriptive de l'UE 311 : Mathématiques

##### UC3111 : Recherche opérationnelle

Nombre des crédits : 2

Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 15h de TP ; 30h de CI

##### Objectifs

Ce cours est une initiation à la modélisation et à la résolution. L'objectif poursuivi est de fournir des éléments aux étudiants pour :

- Apprendre à construire des modèles mathématiques ;
- Connaître le fonctionnement de l'algorithme du simplexe ;
- Interpréter les principaux résultats d'une analyse de sensibilité et en connaître les limites;

##### Plan de cours

1. Formulation d'un programme linéaire (PL)
2. Résolution d'un programme linéaire (PL)
3. La Méthode de Simplexe
4. Problèmes de Minimisation et Problèmes Irréguliers
5. Dualité et analyse de sensibilité
6. Introduction à la Programmation Dynamique

##### Pré-requis

##### Mots clés

Programmation linéaire, Méthode simplexe, optimisation, sensibilité, dualité

#### Fiche descriptive de l'UE 311 : Mathématiques

##### UC3112 : Théorie de l'information et Codage

Nombre des crédits : 2

Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 30h de CI

##### Objectifs

La théorie de l'information s'intéresse aux moyens de transmettre une information depuis une source jusqu'à un utilisateur. La nature de la source peut être très variée. Les modèles mathématiques étudiés dans le cadre de ce cours, qui, bien que considérablement plus simple que les sources et les canaux physiques, permettent de donner une bonne intuition de leur comportement.

##### Plan de cours

1. Introduction aux systèmes de communication
2. Mesure de l'information
3. Codage des sources discrètes
4. Canaux discrets sans mémoire

5. Codage correcteur convolutif

6. Compression sans perte

### Pré-requis

Connaissances basiques en probabilités

### Mots clés

Entropie, Huffman, Canal de transmission, Codes linéaires, codage convolutif

## Fiche descriptive de l'UE 311 : Mathématiques

### UC3113 : Signaux & images

Nombre des crédits : 3

Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 45h de CI

### Objectifs

Avoir les connaissances de base pour le traitement multimédia : son, image et vidéo

### Plan de cours

|            |                                  |   |
|------------|----------------------------------|---|
| Chapitre 1 | Introduction : Signaux et images | <ul style="list-style-type: none"><li>• Signal analogique et digital</li><li>• Opérations mathématiques pour les signaux et les images<ul style="list-style-type: none"><li>✓ La convolution</li><li>✓ Le fenêtrage</li><li>✓ L'échantillonnage</li><li>✓ Le bruit</li><li>✓ La quantification</li></ul></li><li>• Image numérique<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Types de graphiques</li><li>✓ Types d'images</li><li>✓ Espaces colorimétriques</li></ul></li><li>• Propriétés d'images</li><li>• Applications du traitement du signal et de l'image</li></ul> |
| Chapitre 2 | Le traitement de la parole       | <ul style="list-style-type: none"><li>• Initiation à la parole</li><li>• Définitions</li><li>• Production naturelle de la parole</li><li>• Bases en traitement du signal de parole</li><li>• Modélisation statistique pour le traitement automatique de la parole</li></ul>   |
| Chapitre 3 | Rehaussement d'images            | <ul style="list-style-type: none"><li>• Notion d'histogrammes</li><li>• Modification d'histogramme</li><li>• Égalisation d'histogramme</li><li>• Spécification d'histogramme</li></ul>  |
| Chapitre 4 | Restauration d'images            | <ul style="list-style-type: none"><li>• Filtrage spatial linéaire<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Filtre moyenneur</li><li>✓ Filtre gaussien</li></ul></li><li>• Filtrage non linéaire<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Filtres d'ordre</li><li>✓ Filtre médian</li></ul></li></ul>  |
| Chapitre 5 | Compression d'images             | <ul style="list-style-type: none"><li>• Définitions</li><li>• Algorithmes sans perte (lossless)</li><li>• Algorithmes avec perte (lossy)</li><li>• Exemples d'algorithmes :<ul style="list-style-type: none"><li>✓ RLE</li><li>✓ Huffman</li><li>✓ JPEG</li></ul></li></ul>   |
| Chapitre 6 | Traitement de la vidéo           | <ul style="list-style-type: none"><li>• Définition d'une vidéo numérique</li></ul>  |

|                                    |  |   |
|------------------------------------|--|---|
|                                    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Représentation d'une séquence vidéo</li> <li>• Compression de la vidéo numérique</li> <li>• Formats de la vidéo</li> </ul> |
| <b>Pré-requis</b>                  |  |   |
| Connaissances traitement du signal |  |   |
| <b>Mots clés</b>                   |  |   |
|                                    |  |   |

## Fiche descriptive de l'UE 312 : Informatique

### UC3121 : Programmation Python avancée

**Nombre des crédits : 2**

Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 15h de TP ; 22.5h de cours

#### Objectifs

L'objectif de ce module est de familiariser l'étudiants à des concepts avancés de la programmation Python

#### Plan de cours

- La programmation fonctionnelle
- Décorateurs de fonction et fermetures
- Itérateurs, générateurs et coroutines
- La programmation orientée objet
- Interfaces et protocoles
- Métaprogrammation
- Programmation concurrente
- Manipulation des formats de fichiers courants
- Interrogation et construction des services web
- Environnement de test

#### Pré-requis

Programmation Python 1

#### Mots clés

POO, fichiers, Pytest,

## Fiche descriptive de l'UE 312 : Informatique

### UC3122 : I.H.M

**Nombre des crédits : 2**

Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 15h de TP ; 22.5h de CI

#### Objectifs

L'objectif de ce cours est de mettre l'accent sur l'importance de l'IHM dans la génie logiciel. En effet, l'étudiant doit apprendre à bien mener la phase de conception des interfaces en se basant sur des règles d'ergonomies logiciel.

#### Plan de cours

1. Introduction à l'IHM
  - Introduction générale
  - Historique
  - Evolution des IHM



2. Problématique de conception des IHMs
  - L'utilité et l'utilisabilité
  - Modèle de la tâche
  - Effort cognitif, distances sémantiques et articulatoire
3. Ergonomie Logiciel
  - Les différentes formes d'ergonomie
  - Introduction à la psychologie cognitive
  - Critères d'évaluation de la qualité \_ d'une interface
  - Critères de conception
  - Critères de design
  - Recommandations ergonomiques
4. Evaluation des interfaces
5. Les IHMs dans les plateformes d'intelligence Ambiante

### Pré-requis

Java 2

### Mots clés

Interaction, utilisabilité, Heuristiques de Nilson

## Fiche descriptive de l'UE 313 : Réseaux et sécurité informatique

### UC3131 : Sécurité informatique 1

Nombre des crédits : 2

Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 30 CI

### Objectifs

L'objectif est d'introduire la sécurité. L'objectif est de présenter les risques et les menaces portant atteinte à la sécurité du système d'information.

### Plan de cours

#### Chapitre 1 : Introduction à la sécurité

1. Services de sécurité
2. Classification des vulnérabilités
3. Classification des menaces
4. Attaques de sécurité
5. Gestion de risques

#### Chapitre 2 : Cryptographie

1. Terminologie
2. Cryptographie symétrique
3. Cryptographie asymétrique
4. Fonction de hashage
5. Signature électronique

#### Chapitre 3 : PKI

1. Besoin de certificats électroniques
2. Standards
3. Format x509
4. Types de certificats

|   |
|---|
| 5. Composantes d'une PKI<br>6. Cycle de vie d'un certificat<br>Chapitre 4 : Pare-feu<br>1. Notions de base<br>2. Types de firewalls<br>3. Exemple de filtrage stateless<br>4. Besoin d'un filtrage statefull<br>5. Les firewall proxy<br>Chapitre 5 : IDS<br>1. Types de IDSs<br>2. Architecture d'un IDS |
| <b>Pré-requis</b>   |
| Fondements des réseaux et Services des réseaux  |
| <b>Mots clés</b>  |
| Sécurité, cryptographie, IDS, pare-feu...   |

## Fiche descriptive de l'UE 313 : Réseaux et sécurité informatique

### UC3132 : Réseaux II

Nombre des crédits : 3

Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 15h de TP ; 30h de CI

#### Objectifs

L'objectif est d'introduire les notions de base du routage IP, la gestion et la sécurité du réseau, ainsi que les Réseaux sans fil (SRWE) et les technologies WAN. Ce module permettra :

- Expliquer les caractéristiques des architectures réseau évolutives
- Dépanner les réseaux d'entreprise
- Mettre en œuvre des protocoles pour gérer le réseau
- Expliquer comment les périphériques réseau mettent en œuvre la QoS
- Expliquer les vulnérabilités qui compromettent la sécurité réseaux LAN
- Expliquer comment les réseaux WLAN permettent la connectivité du réseau
- Expliquer comment les technologies d'accès WAN peuvent être utilisées pour répondre aux besoins de l'entreprise

#### Plan de cours

##### Chapitre 1 : Conception du réseau

1. Réseaux hiérarchiques
2. Réseaux évolutifs
3. Matériel de commutation
4. Matériel de routage

##### Chapitre 2 : Routage dynamique

1. Types de routage dynamique
2. Routage à vecteurs de distance
3. Routage à état de liens

##### Chapitre 3 : Sécurité LAN

1. Sécurité des terminaux
2. Contrôle d'accès
3. Menaces pour la sécurité de niveau 2
  - a) Vulnérabilités de la couche
  - b) Les catégories d'attaques du commutateur
4. Attaques de réseau LAN

5. Sécurité des commutateurs
6. ACL

#### Chapitre 4 : Réseaux WLAN

1. Les réseaux sans fil
  - a) Technologies sans fil
  - b) Normes 802.11
2. Fonctionnement d'un réseau WLAN
3. Menaces visant les réseaux WLAN

#### Chapitre 5 : Principes QoS

1. Qualité des transmissions réseau
2. Caractéristiques du trafic
3. Algorithmes de file d'attente
4. Modèles de QoS
5. Techniques de mise en œuvre de la QoS

#### Chapitre 6 : Gestion réseau

1. Détection des périphériques
2. NTP
3. SNMP
4. Syslog
5. Maintenance des fichiers de configuration

#### Chapitre 7 : Dépannage du réseau

1. Documentation du réseau
2. Procédures de dépannage
3. Outils de dépannage
4. Symptômes et causes des problèmes du réseau
5. Dépannage de la connectivité IP

#### Chapitre 8 : Principes WAN

1. Objectifs des WAN
2. Fonctionnement du WAN
3. Connectivité WAN
4. Connectivité basée sur Internet

### Pré-requis

Réseaux 1

### Mots clés

Routage, gestion, sécurité, QoS, WLAN, WAN

## Fiche descriptive de l'UE 314 : Informatique avancée

### UC3141 : Conception et analyse d'algorithmes

Nombre des crédits : 3

Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 45h de CI

### Objectifs

Le but de ce cours est de se familiariser avec l'analyse des algorithmes et les différentes stratégies de conception. Plus spécifiquement, au terme de ce cours, l'étudiant sera en mesure :

- De manipuler et interpréter les outils mathématiques indispensables à l'analyse des algorithmes comme, par exemple, la notation asymptotique ;
- D'appliquer les différentes techniques d'analyse de l'efficacité des algorithmes comme l'analyse en pire cas et en meilleurs cas ;
- De concevoir des algorithmes efficaces ;

- D'utiliser les différentes techniques de conception d'algorithmes comme l'approche diviser pour régner et la programmation dynamique.

## Plan de cours

1. Introduction à l'algorithmique
  - Introduction
  - Résolution algorithmique
  - Quelques types de problèmes
  - Structures de données
2. Fondement de l'analyse des algorithmes
  - Types d'analyse
  - Temps d'exécution
  - Opérations élémentaires
  - Opération de base
  - Ordre de croissance
  - Analyse en meilleurs cas
  - Analyse en pires cas
3. Notation asymptotique
  - Borne asymptotique inférieure
  - Borne asymptotique supérieure
  - Borne asymptotique exacte
  - Règle du maximum
4. Outils mathématiques
  - Utilisation des limites pour comparaison d'ordre
  - Règle de L'Hôpital
  - Borner une sommation par une intégrale
  - Règle de l'harmonie
5. Analyse des algorithmes
  - Analyse des algorithmes non récursifs
  - Analyse des algorithmes récursifs et résolution de récurrences
  - Récurrences linéaires du second ordre
  - Méthode de l'équation caractéristique
6. Approche par force brute
  - Caractéristiques
  - Recherche séquentielle
  - Tri par sélection
7. Diviser pour régner
  - Gabarit général
  - Récurrence diviser pour régner
  - Tri fusion
  - Tri rapide
  - Recherche dichotomique
8. Diminuer pour régner
  - Diminuer la taille d'une constante
  - Diminuer la taille par un facteur
  - Diminuer la taille d'une quantité variable
  - Tri insertion
  - Problème de sélection
  - Recherche de la médiane

9. Transformer pour régner

- Simplification de l'instance
- Changement de représentation
- Pré-conditionnement
- Monceau
- Tri monceau

10. Compromis espace–temps

- Tri par dénombrement
- Programmation dynamique
- Programmation dynamique avec mémorisation
- Initialisation virtuelle
- Coefficient binomial
- Problème du sac à dos

**Pré-requis**

Algorithmes et structures de données 1 et 2

**Mots clés**

Conception, algorithme

**Fiche descriptive de l'UE 314 : Informatique avancée**

**UC3142 : Fondement des systèmes distribués**

**Nombre des crédits : 2**

Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 30h de CI

**Objectifs**

Présenter les grandes classes de systèmes répartis, leurs caractéristiques fondamentales, les mécanismes de base de leur fonctionnement interne, et les problèmes à résoudre pour leur utilisation efficace.

**Plan de cours**

Les systèmes répartis : Définitions et classification des systèmes informatiques répartis, motivations. Caractéristiques fondamentales, historique, complexité des systèmes répartis. Systèmes répartis et architectures parallèles, différences, comparaison. Mécanismes de communication dans les systèmes répartis

Modèles de communication : Communication par messages et modèle clientserveur appel de procédure distante, mémoire partagée répartie, modèles d'exécution dynamique, invocation d'objets, diffusion fiable

Algorithmique répartie : Concepts, horloges logiques, algorithmes répartis synchrones et asynchrones. Algorithmes répartis d'exclusion mutuelle. Algorithmes répartis d'élection de leader. Tolérance aux pannes.

Gestion répartie des transactions : Contrôle des accès concurrents. Cohérence et transactions. Validation et reprise sur panne.

Gestion répartie des fichiers : Désignation et transparence. Méthodes d'accès distant. Exemples (NFS, Andrew).

Gestion répartie d'objets : Granularité, partage, persistance, mobilité.

Invocation distante.

**Pré-requis**

**Mots clés**

## Fiche descriptive de l'UE 315 : Apprentissage & IoT

### UC3151 : Apprentissage automatique 1

Nombre des crédits : 3

Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 15 TP, 30 CI

#### Objectifs

L'objectif de cette UE est de présenter les techniques classiques de prévision et d'apprentissage et d'analyse de données : Analyse en composantes principales, Réseaux Bayésiens, des Modèles de Markov cachés, mixture de Gaussiennes, Arbre de décision,

A l'issue de ce cours, l'étudiant sera en mesure de prendre une connaissance approfondie de certains algorithmes d'apprentissage pour classificateurs. L'étudiant doit avoir la capacité de fournir des garanties rigoureuses et correctes sur la performance des algorithmes d'apprentissage pour la classification.

#### Plan de cours

- Méthodes modernes d'apprentissage (supervisées, non supervisées, semi-supervisées, ...)
- Analyse en composantes principales, analyse factorielle, décomposition en valeurs singulières, Analyse en composantes indépendantes
- Modèles de Markov cachés
- Mixture de Gaussienne
- Statistique Bayésienne & Réseaux Bayésien
- Arbre de décision, KNN, K-means

#### Prérequis

Fondement de l'IA

#### Mots clés

PCA, ANN, SVM, DT,

## Fiche descriptive de l'UE 315 : Apprentissage & IoT

### UC3152 : IoT 1

Nombre des crédits : 2

Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 22.5h de CI

#### Objectifs

Ce cours permettra de comprendre l'architecture typique d'un réseau IoT et de mettre en place une chaîne IoT complète.

#### Plan de cours

- A. Introduction à l'Internet des Objets
  1. Concepts de base
  2. Problématiques
- B. Architecture IoT
  1. Architecture générale
  2. Les systèmes d'exploitation adaptés à l'IoT
  3. Sécurité et confidentialité des données
- C. Réseaux et détections de proximité
  1. Technologies disponibles : wifi, Bluetooth, NFC, RFID...
  2. Echanges avec Bluetooth et Wifi Direct.

3. Fonctionnement des systèmes RFID et NFC. Les QR codes.
4. Les possibilités offertes par les Smartphones.
- D. Le réseau LPWAN
  1. Les spécificités des réseaux IoT (distance, positionnement des équipements, autonomie).
  2. Caractéristiques des réseaux LPWAN.
  3. Les offres disponibles (opérateurs).
  4. Sécuriser un réseau IoT.
- E. Le prototypage
  1. Présentation des solutions Arduino et Raspberry.
  2. Les possibilités Arduino Hardware (capteurs, shield, GPIO) et la programmation embarquée.
  3. Les environnements disponibles sur Raspberry et le lien avec Arduino.
- F. Exploitation logicielle
  1. Les plateformes de communication logicielle (Technicolor Qeo, Google Weave...).
  2. Les APIs de type REST et outils de développement.
  3. Les solutions d'injection de données dans une base NoSQL BigData.

### Prérequis

### Mots clés

## Fiche descriptive de l'UE 316 : Unité transversale

**UC3161 : Anglais-TOEIC3**

**Nombre des crédits : 2**

Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 22.5h de CI

### Objectifs

Preparation for TOEIC Level 03

### Plan de cours

At the conclusion of this course, students will demonstrate proficiency by:

1. Understanding the characteristics of technical writing and the importance of purpose, audience, and genre for written communication in technical fields.
2. Articulating complex engineering ideas appropriate for targeted audiences.
3. Planning, drafting, revising, editing, and critiquing technical and professional documents through individual and collaborative writing.
4. Writing effective technical and business documents that are grammatically and stylistically correct.
5. Preparing and delivering professional technical presentations through applying principles of effective oral communication and slide design.
6. Applying principles for the visual display of quantitative information.
7. Researching, analyzing, synthesizing, and applying information to create technical reports.
8. Recognizing ethical implications of technical communication in professional contexts.
9. Understanding the contemporary issues in engineering from an environmental, societal, economic, and global perspective.

### Pré-requis

Students should have upper-intermediate level in terms of LSRW (Listening, Speaking, Reading, Writing)

### Mots clés

## Fiche descriptive de l'UE 316 : Unité transversale

### UC3162 : Gestion PME/PMI

Nombre des crédits : 2

Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 22.5h de CI

#### Objectifs

Les petites et moyennes entreprises et industrie PME/PMI constituent l'essentiel du tissu industriel et commercial national. L'objectif principal est de former des personnes d'encadrement et des managers opérationnels. Il s'agit également de transmettre la culture et les démarches entrepreneuriales dans le cadre de la création, reprise, transmission et développement de PME/PMI.

#### Plan de cours

Fondamentaux de la gestion d'entreprise

Management des processus opérationnels et du système d'information

La démarche de création et de consolidation des PME/PMI

#### Pré-requis

Culture d'entreprise, finance, comptabilité

#### Mots clés

PME/PMI



## Fiche descriptive de l'UE 321 : Mathématiques

### UC3211 : Optimisation

Nombre des crédits : 2

Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 15h de TP ; 30h de CI

#### Objectifs

A l'issue de ce cours, les étudiants seront capables d'identifier les classes des problèmes et de choisir l'algorithme le plus efficace.

#### Plan de cours

Rappels mathématiques

Optimisation sans contraintes (Méthodes locales) : Méthodes de recherche unidimensionnelle, Méthodes du gradient, Méthodes des directions conjuguées, Méthode de Newton et méthode de Levenberg-Marquardt, Méthodes quasi-Newton, Méthodes sans calcul du gradient, Résolution d'équations non linéaires.

Optimisation sans contrainte (Méthodes globales) : Méthodes de recherche aléatoire, Algorithme du recuit simulé, Algorithmes génétiques.

Optimisation avec contraintes non-linéaires : Multiplicateurs de Lagrange, Conditions de Karush-Kuhn-Tucker, Méthode des pénalités, Programmation quadratique séquentielle.

#### Pré-requis

Recherche opérationnelle, analyse numérique

#### Mots clés

Optimisation, contraintes, Algorithmes

## Fiche descriptive de l'UE 321 : Mathématiques

### UC3212 : Systèmes à événements discrets

Nombre des crédits : 2

Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 30h de CI

#### Objectifs

Introduire d'abord les systèmes à événements discrets, puis présenter les méthodes de spécification et d'analyse de tels systèmes : Réseaux de Petri. On trouve de tels systèmes notamment en informatique (ensemble de tâches) et en productique (flots de pièces dans un atelier).

#### Plan de cours

Origine et domaines d'application

Présentation informelle des RdP

- Concepts de base
- Schémas particuliers

Terminologie

- Réseau de Petri
- Marquage

Les franchissements

- Franchissement d'une transition
- Séquence de franchissements

-Marquage accessible

#### Formalisation des RdP

-Les bases

-Représentation matricielle

-Propriétés des séquences de franchissement

- Existence de marquage
- Monotonie
- Séquence répétitive

-Propriétés comportementales

- Caractère borné
- Activité d'un réseau
  - Pseudo-vivacité
  - Quasi-vivacité
  - Vivacité
  - État d'accueil et réversibilité
  - Absence de blocage
  - Relation entre les propriétés

#### Graphe de marquage

- Arborescence de couverture
- Graphe de couverture
- Propriétés et graphes de couverture

#### Analyse des propriétés dépendantes

- Invariants de marquage
- Invariants de franchissement
- Méthode d'identification des invariants
- Interprétation des invariances
- Arbre et graphe de marquage
- Arbre et graphe de couverture
- Exploitation des graphes

#### Propriétés structurelles et analyse par algèbre linéaire

- Préliminaires
- Calcul de flots

#### Extensions possibles

- RdP autonome
- RdP généralisé
- RdP à capacité
- RdP coloré
- RdP temporisé
- Propriétés

#### Etude de quelques extensions

- Temporisation des RdP
- Le cas des RdP graphe d'événement fortement connexe et T temporisés
- RdP coloré
- Dépliage d'un RdP

### Pré-requis

### Mots clés

Graphe, RdP

## Fiche descriptive de l'UE 322 : Systèmes et Modèles

### UC3221 : Test Logiciel

Nombre des crédits : 3

Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 15h de TP ; 22.5h de cours

#### Objectifs

Acquérir le vocabulaire des normes et standards relatifs à l'activité de Tests (ISO et IEEE)

Maîtriser l'ensemble des activités d'un processus de test

Connaître les différents niveaux et types de tests

Appréhender les techniques et méthodes de tests

Disposer d'une vue d'ensemble du métier de testeur"

#### Plan de cours

Fondamentaux des tests

Que sont les tests ? Les objectifs du test. Différences entre tester et déboguer.

Pourquoi les tests sont-ils nécessaires ? Enjeux et qualité.

Le vocabulaire du test : vérification, validation, erreur, défaut, défaillance.

Principes généraux des tests : les tests exhaustifs sont impossibles, tester tôt, regroupement des défauts, test et contexte...

Processus de test : les activités de test et les tâches associées.

L'importance de la traçabilité.

La psychologie des tests. Différence d'état d'esprit entre le testeur et le développeur.

Tester pendant le cycle de vie du développement logiciel

Modèles de développement logiciels : modèle en V, modèle incrémental et itératif.

Les 4 niveaux de tests : test de composants, test d'Intégration, test système, test d'acceptation.

Les principales approches de test : Big-bang, Ad-hoc, Incrémentale, Exploratoire, Dos à Dos...

Types de tests : fonctionnels, non-fonctionnels, boîte noire, boîte blanche.

Tests de confirmation et de régression.

Tests de maintenance

Tests statiques

Bases des tests statiques.

Bénéfices des tests statiques.

Les différents types de revue.

Processus de revue formelle. Les principales activités, les rôles et responsabilités, les facteurs de succès.

Les techniques de revue : Ad hoc, basée sur les rôles, basée sur la perspective.

#### Pré-requis

Algorithmes et structures de données 2

#### Mots clés

Vérification, validation

## Fiche descriptive de l'UE 322 : Systèmes et Modèles

### UC3222 : Programmation Logique

Nombre des crédits : 2

Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 15h de C ; 15h de TP

#### Objectifs

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

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

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

#### Plan de cours

##### Programmation logique

- Introduction à la programmation logique
- Bases du langage Prolog
- Résolution en Prolog
- Extensions du langage Prolog
- Les listes en Prolog
- Problèmes de satisfaction de contraintes (Domaines finis)
- Résolution d'un problème de satisfaction de contraintes

##### Programmation fonctionnelle (basée sur Caml)

- Introduction à la programmation fonctionnelle
- Bases du langage Caml
- Sémantique de la programmation fonctionnelle

#### Pré-requis

#### Mots clés

Prolog

## Fiche descriptive de l'UE 322 : Systèmes et Modèles

**UC3223 : Linux 1**

**Nombre des crédits : 3**

Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 22.5h de C ; 22.5h de TP

### Objectifs

Acquérir la maîtrise de l'utilisation de la ligne de commandes sous Linux  
Gérer correctement le matériel et les niveaux de fonctionnement du système  
Installer correctement le système d'exploitation Linux et les applications  
Gérer tous les aspects des systèmes de fichiers et de l'arborescence unique  
Acquérir la maîtrise de l'interpréteur de commandes, des scripts et des données SQL  
Gérer correctement le serveur X11 et les interfaces graphiques sous Linux  
Maîtriser toutes les tâches courantes d'administration  
Gérer les services essentiels du système  
Configurer la partie réseau d'un client Linux et résoudre les problèmes de connexion  
Acquérir les bases de la sécurité d'un poste client sous Linux

### Plan de cours

Architecture système  
Installation de Linux et gestion de paquetages  
Commandes GNU et Unix  
Disques, Système de fichiers Linux , Arborescence de fichiers standard  
Programmation bash  
Gestion des utilisateurs et des groupes d'utilisateurs  
Interface utilisateur et environnement graphique  
Tâches d'administration  
Services système de base  
Les réseaux : Notions et fonctions de base  
Sécurité

### Pré-requis

Système d'exploitation 1 & 2, Programmation 1 & 2

### Mots clés

Processus, bash, système de fichiers,

## Fiche descriptive de l'UE 323 : Sémantique & Middleware

**UC3231 : Sémantique des langages**

**Nombre des crédits : 2**

Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 30h de CI

### Objectifs

Ce cours présente les techniques formelles utilisées pour décrire et analyser la sémantique statique et dynamique des langages de programmation

### Plan de cours

Lambda calcul  
Théorème du point fixe  
Sémantique opérationnelle  
Sémantique dénotationnelle  
Sémantique axiomatique  
Preuves de programmes

### Pré-requis

### Mots clés

Programme, sémantique

## Fiche descriptive de l'UE 323 : Sémantique & Middleware

### UC3232 : Applications Reparties et Middleware

Nombre des crédits : 3

Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 15h de TP ; 22.5h de cours

#### Objectifs

Ce cours est une introduction aux architectures, middleware et environnements de calcul parallèle et distribué (supercalculateurs, clusters et grilles), et un apprentissage théorique et appliqué de leur algorithmique et programmation.

#### Plan de cours

Notion d'architectures parallèles et distribuées

- Les principales étapes d'évolution des architectures MIMD
- Les enjeux économiques de la construction des supercalculateurs

Bases d'algorithmique parallèle et distribuée

- Partitionnement statique par domaine
- Recouvrement des calculs et des communications

Langages de programmation parallèles et distribués

- Principaux outils de développement actuels sur architectures parallèles et distribuées modernes (MPI, OpenMP, Grid-Services)
- Tendances actuelles (JavaSpaces, Objets Actifs, nouvelles bibliothèques objets de calcul intensif)
- Programmation d'accélérateurs SIMD (CUDA sur GPU).

Modélisation, mesure et analyse de performances

- Difficultés et règles de mesure de performances.
- Modélisations et lois d'Amdahl et de Gustafson.
- Analyse de phénomènes d'hyper-accélération.

Algorithmique parallèle et distribuée avancée

- Tris parallèles réguliers et irréguliers.
- Recherche de compromis entre rapidité et régularité.
- Comparaisons théoriques et expérimentales.
- Equilibrage de charge dynamique.
- Mécanisme de work-pool.
- Détection de terminaison de programmes parallèles et distribués.

Introduction au GridComputing

Intergiciels de Grilles

#### Pré-requis

Architectures réparties

#### Mots clés

Architectures réparties, calcul parallèles, performances

## Fiche descriptive de l'UE 324 : Informatique avancée

### UC3241 : Virtualisation

Nombre des crédits : 2

Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 15h de C ; 15 de TP

#### Objectifs

L'objectif est de comprendre les concepts de la virtualisation, découvrir les différentes technologies de virtualisation ainsi que les types de cloud et ses architectures.

#### Plan de cours

La Virtualisation  
Les hyperviseurs  
Les principales solutions  
Les différents types du Cloud  
Les Architectures Cloud  
Exemples d'acteurs du Cloud

#### Pré-requis

#### Mots clés

Cloud, machine virtuelle

## Fiche descriptive de l'UE 324 : Informatique avancée

### UC3242 : Fondement de l'Intelligence Artificielle

Nombre des crédits : 3

Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 45h de CI

#### Objectifs

Cette matière permet aux étudiants de maîtriser les fondements de l'intelligence artificielle

#### Plan de cours

1. Introduction
2. Résolution d'un problème par recherche
  - Formulation d'un problème
  - largeur d'abord
  - profondeur d'abord
  - profondeur limitée
  - profondeur limitée itérative
  - recherche best-first
  - hillclimbing
  - algorithme A\*, heuristiques
  - recherche en faisceau (beamsearch)
  - recherche par recuit-simulé
  - Satisfaction de contraintes et recherche (CSP)
  - Jeux stratégiques et recherche : min-max et alpha-beta
3. Systèmes experts
  - Base de connaissances : bases de faits, base de règles
  - Inférence : chaînage avant, arrière et mixte
  - Prolog

#### Pré-requis

Recherche opérationnelle, Optimisation

#### Mots clés

## Fiche descriptive de l'UE 325 : Programmation

### UC3251 : Services Web

Nombre des crédits : 3

Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 15h de TP, 22.5 de cours

#### Objectifs

Durant ce module, les étudiants auront à étudier et pratiquer les technologies d'intégration d'applications orientées services. Après une présentation ciblée des technologies XML et des limites des technologies conventionnelles pour l'intégration d'applications interentreprises (B2B), nous étudierons les principales technologies orientées services. Tout d'abord, nous présentons les deux paradigmes de service actuels à savoir les services Web et les services REST. Ensuite, nous verrons les techniques de composition et d'intégration de services.

#### Plan de cours

##### Chapitre I : Technologies XML

- XML
- Schéma XML
- XSL
- XPath, XQuery

##### Chapitre II : Calcul orienté service

- Intégration d'applications inter-organisations (B2B)
- Limites des technologies d'intégration conventionnelles pour le B2B
- Modèles et architectures services de référence

##### Chapitre III : Services Web

- XML-RPC
- SOAP
- WSDL
- Standards WS

##### Chapitre IV : Services REST

- Architecture REST
- Services REST
- APIs REST

##### Chapitre V : Composition de services

- Programmation par assemblage / composition
- Langage BPEL
- Technologie SCA

##### Chapitre VI : Bus de services

- Rappel sur les bus d'intergiciel
- Standard JBI
- Composants d'un bus de services
- Intégration d'applications par bus de services

#### Pré-requis

Technologies et développement web, Programmation orientée Objet

#### Mots clés

XML, SOA, SOAP, WSDL, REST



## Fiche descriptive de l'UE 325 : Programmation

### UC3252 : J2E

Nombre des crédits : 2

Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 15h de TP, 22.5h de cours

#### Objectifs

Ce cours apporte une bonne expérience du développement et du déploiement d'applications Web d'entreprise. En effet, il permet d'apprendre à utiliser J2EE pour les systèmes distribués, créer des applications Web orientées données avec les technologies Java côté serveur, ajouter une interface à vos bases de données en utilisant des servlets Java, générer des pages Web dynamiques, interactives avec Java Server Pages (JSP), personnaliser le contenu pour les utilisateurs avec des cookies et des sessions en utilisant l'API Java Servlet, développer des balises JSP personnalisées pour minimiser le code scriptlet.

#### Plan de cours

##### CHAPITRE I : Architecture J2EE : introduction et vue d'ensemble

- Les architectures distribuées
- Développement d'applications Web
- Les composants d'une architecture n-tiers
- Les composants Web de J2EE : servlets, JSP, XML

##### CHAPITRE II : Les Servlets Java

- Intégration de servlets dans l'architecture d'une application Web
- Déploiement des servlets sur des serveurs Web
- Utilisation de l'API Java Servlet (cycle de vie, variables d'environnement)
- Saisie de données utilisateurs par formulaires Web
- Persistance des applications Web en Java :
  - o lecture/écriture de cookies pour personnaliser le contenu Web
  - o Gestion de l'état d'une application Web avec des sessions

##### CHAPITRE III : Les Java Server Pages (JSP)

- Concepts fondamentaux de JSP
  - o objectifs de conception
  - o utilisation de scriptlets JSP, expressions et déclarations
  - o mélanger contenu dynamique et statique
  - o objets serveur JSP intégré
- Gestion d'état avec JSP (cookies et sessions)
- Création de balises JSP personnalisées

##### CHAPITRE IV : Règles de conception de JSP et de Servlets

- Le modèle de conception MVC
- Intégration de JSP avec JavaBeans
- Appel à JSP à partir des servlets

#### Pré-requis

Programmation orientée Objet 1, java2

#### Mots clés

JSP, Servlet, MVC, J2EE

## Fiche descriptive de l'UE 326 : Unité transversale

### UC3261 : Anglais-TOEIC4

Nombre des crédits : 2

Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 22.5h de CI

#### Objectifs

Preparation for TOEIC Level 04

#### Plan de cours

Students are taught to develop their skills in:

1. Reading which includes: Skimming, scanning, detailed reading, guessing unknown words from context, understanding text organization, recognizing argument and counter-argument; distinguishing between main information and supporting detail, fact and opinion, hypothesis versus evidence; summarizing and note-taking.
2. Writing includes:
  - Essay content and structure (patterns of organization, paragraphing, discussion – argument/counter-argument, advantages and disadvantages, topic sentence and supporting ideas, coherence and cohesion, punctuation).
  - Functions (generalization, definitions, exemplification, classification, comparison and contrast, cause and effect, process and procedure, interpretation of data).
  - Style (passive constructions, avoiding verbosity)
  - Punctuation
3. Listening includes:
  - General comprehension (listening for gist, listening for detailed information, evaluating the importance of information).
  - Lectures (identifying the topic and main themes, identifying relationships among major ideas, comprehending key information).
4. Speaking includes:
  - Seminar skills (agreeing and disagreeing, clarifying, questioning, concluding).
  - Presentation skills (introductions and stating the purpose, signposting, highlighting key points, summaries, conclusions).

### Pré-requis

Students should have advanced level in terms of LSRW (Listening, Speaking, Reading, Writing)

### Mots clés

TOEIC 04

## Fiche descriptive de l'UE 326 : Unité transversale

### UC3262 : Techniques de Communication 1

Nombre des crédits : 2

Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 22.5h de CI

### Objectifs

L'étudiant doit pouvoir :

- Acquérir des connaissances en communication organisationnelle
- S'exprimer oralement devant un public ou dans un groupe restreint, du point de vue de l'expression en tant que telle, de la gestuelle, des attitudes et de la maîtrise du matériel qui lui est attribué ;
- S'exprimer correctement en termes de langage écrit et dans le cadre de documents de type professionnel (courrier, procès-verbaux de réunion, notes, dossiers, revues de presse etc.), ce qui suppose une maîtrise adéquate de la langue française en elle-même et de certains outils informatiques.

### Plan de cours

1. Concepts fondamentaux de la communication : sensibilisation au processus complexe de la communication, identification des moyens de la communication, des fonctions du discours, des obstacles à la communication ;
2. Prise de parole : exposés oraux ;
3. Entretien d'embauche : identification, entraînement, évaluation d'un entretien, rédaction d'une lettre de motivation et d'un CV ;

4. Conduite de réunion : préparation, animation, participation, évaluation d'une réunion, gestion de conflits, prise de décisions
5. Ecrits professionnels : rédaction d'un ordre du jour, d'une note de service, d'une convocation, de lettres, de rapports, de comptes rendus, etc.

**Pré-requis****Mots clés**

## Fiche descriptive de l'UE 411 : BD NoSQL & Architecture distribuée

### UC4111 : Base de données NoSQL

Nombre des crédits : 3

Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 22.5h de TP ; 22.5h de cours

#### Objectifs

Au terme de ce cours de bases de données NOSQL, l'étudiant sera capable de:

- Définir, comparer et utiliser les quatre types de bases de données NOSQL
- Démontrer une compréhension de l'architecture détaillée, définir des objets, charger des données, écrire des requêtes et optimiser les performances des bases de données NOSQL.
- Choisir une solution NOSQL adaptée aux besoins
- Faire passer à l'échelle des bases de données NOSQL.

#### Plan de cours

1. Introduction aux bases de données NOSQL
  - Historique du mouvement NOQL et contexte d'apparition (web, Big Data)
  - Théorème CAP
  - Comparaison des bases de données relationnelles et NOSQL
  - Types de base de données NOSQL (clé-valeur, colonnes, document et graphe)
  - Choix d'une base NOSQL pour un usage spécifique
  - Atouts et faiblesses du NOSQL
2. Bases de données orientées document : MongoDB (3+3+3)
  - Modélisation orientée document avec JSON
  - Découvrir le fonctionnement de MongoDB
  - Requetes, Jointures sous MongoDB
  - Map/Reduce sous MongoDB
  - Protection des données avec les ReplicaSet
  - Distribuer les données avec MongoDB
  - Rechercher et visualiser des documents avec Elasticsearch et Kibana
3. Base de données clé-valeur : Redis (3)
  - Stockage en mémoire
  - Structures de données (chaînes, hashes, listes)
  - Persistance des données
  - Réplication et passage à l'échelle
  - Utilisation de Redis (système de cache, message broker, traitements analytique temps réel,...)
  - Monitoring de Redis
4. Bases de données orientées colonnes : Cassandra (3)
  - Architecture de Cassandra
  - Modèle de données
  - Interrogation et langage CQL
  - Partitionnement et réplication
  - Dénormalisation
  - Administration de Cassandra
5. Base de données orientées graphes : Neo4j (3)
  - Modélisation des données en graphes
  - Principales caractéristiques (transaction, haute disponibilité, volumétrie)
  - Expression de requête avec Cypher:

|  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cas d'utilisation des bases de données orientées graphes (calculs de trajets, détection de fraude, recommandation, réseaux sociaux,...)</li> </ul>  |
| 6. Les nouvelles tendances (3) <ul style="list-style-type: none"> <li>- Persistance polyglotte</li> <li>- Base de données multi-modèle (Exemple : Microsoft Azure Cosmos DB)</li> <li>- NewSQL</li> <li>- Database-as-a-Service (DBaaS)</li> </ul> |
| <b>Pré-requis</b>  |
| Bases de données 1 & 2, développement des applications des bases de données  |
| <b>Mots clés</b>   |
| Clé-valeur, graphe, colonne, documents, NoSQL, Big Data  |

## Fiche descriptive de l'UE 412 : BD NoSQL & Architecture distribuée

### UC4112 : Architectures réparties

Nombre des crédits : 2

Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 30 CI

#### Objectifs

Ce module permettra aux étudiants d'acquérir les concepts fondamentaux et approfondis pour développer des applications réparties en utilisant différents paradigmes et technologies de communication inter-applications via le réseau. Ce cours sera enseigné en mettant l'accent sur les points suivant: (1) problèmes d'intégration et fondements des intergiciels, (2) l'empilement et relation entre les différentes technologies de communication, (3) l'étude des principales technologies actuelles, et (4) la sensibilisation aux problèmes de conception induits par la répartition.

#### Plan de cours

Chapitre I : Rappel sur les sockets

1. Introduction aux sockets
2. Socket en mode connecté (au dessus de TCP)
3. Socket en mode paquet (au dessusde UDP)
4. API Java Java.net

Chapitre II : Architectures client / serveur

1. Problèmesd'intégrationd'applications
2. Fondement des architectures client/serveur
3. Système RMI
4. API Java JNDI

Chapitre III : Intergiciels orientés objets (CORBA)

1. Introduction aux intergiciels
2. Architecture OMA / CORBA
3. Composants et services CORBA
4. Langage IDL et projection en JAVA

Chapitre IV : Intergicielsorientés messages

1. Intergicielsorientés messages
2. API Java JMS
3. Création, manipulation et échange de messages
4. Fiabilité de communication OM

Chapitre V : Problèmes fondamentaux de la répartition

|  |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Gestion du temps et des états</li> <li>2. Concurrency et synchronisation</li> <li>3. Tolérance aux fautes</li> <li>4. Réplication de données, cohérence et cache</li> <li>5. Sécurité et contrôled'accès</li> <li>6. Elasticité</li> </ol> |
| <b>Pré-requis</b>  |
| Programmation Orientée Objet   |
| <b>Mots clés</b>   |
| Socket, Java.net, RMI, Java-JMS, répartition, concurrence, synchronisation   |

| <b>Fiche descriptive de l'UE 412 : IA &amp; BI</b>   |                               |
|--|-------------------------------|
| <b>UC4121 : Business Intelligence</b>  | <b>Nombre des crédits : 2</b> |
| Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 22.5h de TP ; 15h de cours   |                               |
| <b>Objectifs</b>   |                               |
| Comprendre et mettre en pratique les activités de l'informatique décisionnelle Comprendre et optimiser les processus de décision d'une organisation.   |                               |
| <b>Plan de cours</b>   |                               |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction au Business intelligence</li> <li>2. Rappel des systèmes décisionnels</li> <li>3. Automatisation des processus</li> <li>4. Création de reports</li> <li>5. Création de cubes d'analyse</li> <li>6. Création d'indicateurs</li> <li>7. Création de tableaux de bord</li> <li>8. Mise en œuvre dans un environnement simple</li> <li>9. Mise en œuvre dans un environnement complexe</li> </ol> |                               |
| <b>Pré-requis</b>  |                               |
| Entrepôts de données, fouille de données   |                               |
| <b>Mots clés</b>   |                               |
| ETL, magasins de données, extraction de connaissances, tableaux de bord, rapport   |                               |

| <b>Fiche descriptive de l'UE 412 : IA &amp; BI</b>   |                               |
|--|-------------------------------|
| <b>UC 4122 : Apprentissage automatique 2</b>   | <b>Nombre des crédits : 3</b> |
| Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 22.5h de TP, 22.5h de cours  |                               |
| <b>Objectifs</b>   |                               |
| <p>A l'issue de ce cours, l'étudiant doit sera en mesure de :</p> <p>Comprendre les possibilités et les limites du Machine Learning (ML)</p> <p>Formuler son propre problème de ML</p> <p>Explorer et manipuler des données</p> <p>Construire des modèles prédictifs à partir de données d'apprentissage</p> |                               |

Utiliser ces modèles en production à l'aide d'APIs  
Evaluer la performance et l'impact des modèles

### Plan de cours

Rappel sur les techniques d'apprentissage conventionnelles  
Algorithmes linéaires / Algorithmes non linéaires  
Méthodes de noyaux  
Techniques ensemblistes  
Méthodes d'échantillonnages  
Régularisation

### Prérequis

Apprentissage automatique 1

### Mots clés

Xgboost, techniques ensemblistes, méthodes de noyaux, ...

## Fiche descriptive de l'UE 412 : IA & BI

### UC4123 : Introduction au Big Data

Nombre des crédits : 2

Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 22.5 cours, 15 TP

### Objectifs

Ce cours a pour objectif de présenter aux étudiants les concepts fondamentaux de Big Data et comment ils ont changé les méthodes de gestion de données traditionnelles. Le cours présentera également divers autres aspects de Big Data comme la visualisation, afin d'offrir une vue concurrentielle de ce phénomène.

### Plan de cours

Notions de base de Big data  
Les 3V du Big Data : Volume, Vitesse et Variété  
Traitement à large échelle  
Principes fondamentaux de Hadoop MapReduce  
Système de fichiers distribué  
Modèle de programmation MapReduce  
Environnement de Big data  
    Hadoop, Spark, NoSQL  
    Définir l'analyse des big data  
    Comprendre le potentiel des analyses des big data  
    Prendre en compte les risques  
    Promouvoir le big data  
Internet des objets et Big Data  
Dimensionnement de trafic de l'Internet des objets.  
Architectures de stockage des données.  
Traitement de données de l'Internet des objets en boucle locale ou dans le Cloud.  
Algorithmes de gestion de complexité.  
Approches et algorithmes d'inférences  
Relations entre Cloud et Big Data  
Le modèle d'architecture des Clouds publics et privés.  
Les services XaaS.  
Les objectifs et avantages des architectures Cloud.  
Les infrastructures.  
Les égalités et les différences entre Cloud et Big Data.  
Les Clouds de stockage.

Classification, sécurité et confidentialité des données.

## Pré-requis

Base de données

## Mots clés

Big data, XaaS, Paas, Saas, NoSQL

## Fiche descriptive de l'UE 413 : Programmation

### UC4131 : Programmation mobile

Nombre des crédits : 3

Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 15h de TP, 22.5h de cours

### Objectifs

- Maîtriser les règles de développement d'applications mobiles
- Avoir la capacité de développer une application mobile fonctionnant avec le système Android

### Plan de cours

- 1- Introduction générale
  - o Plates-formes mobiles
  - o Caractéristiques d'une application mobile
  - o Règles de développement des applications mobiles
- 2- Le système Android
  - o Le système d'exploitation Android
  - o L'environnement Android Studio
  - o Structure d'un projet d'application Android
  - o Composantes d'une application Android
- 3- Les ressources
  - o Gestion des ressources dans Android Studio
  - o Les chaînes de caractères et l'internationalisation
  - o Les couleurs et les dimensions
  - o Les images et les animations
  - o Les ressources brutes
  - o Les éléments de l'interface graphique
- 4- Les activités Android
  - o Structure d'une activité
  - o Cycle de vie d'une activité
  - o Développement d'une activité
  - o Gestion de l'interface graphique dans les activités
  - o Gestion des événements
  - o Interfaces graphiques avancées
- 5- Les intents
  - o Définition et typologie des intents
  - o Intents explicites : navigation entre activités
  - o Intents implicites : Déclaration d'un besoin
  - o Les intents informatifs
- 6- Gestion des données persistantes
  - o Types de persistance dans Android



- o Gestion des fichiers dans Android
- o Gestion des bases de données SQLite
- 7- Le système multitâche dans Android
- o Les threads dans Android
- o Le thread Principal dans une activité
- o Manipulation des tâches asynchrones dans Android
- 8- Gestion des réseaux Dans Android
- o Les requêtes http
- o Développement d'un client http Android
- o Manipulation des bases de données avec les requêtes http
- 111.o Interrogation des bases de données : le format JSON.

### Prérequis

Programmation orientée objet, développement des BD, services web, Système d'exploitation

### Mots clés

Plateforme mobile, Android, iOS, programmation, web services

## Fiche descriptive de l'UE 413 : Programmation

### UC4132 : Programmation web avancée

Nombre des crédits : 2

Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 15h de TP, 22.5h de cours

### Objectifs

Ce cours vise à utiliser les nouvelles technologies web

### Plan de cours

- JavaScript
- Query
- AJAX et accès aux bases de données.
- XML et JSON (jQuery et AJAX) .
- AngularJs
- Bootstrap
- framework du Web : Symfony, Laravel, Zend, cakephp...
- NodeJs et angular 2
- PHP 6 (service web)

### Prérequis

Technologie et programmation web

### Mots clés

HTML, PHP, JSON, Angular, Ajax, Bootstrap

## Fiche descriptive de l'UE 414 : Sécurité

### UC4141 : Sécurité des réseaux

Nombre des crédits : 3

Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 45h de CI

#### Objectifs

L'objectif est de :

- Expliquer comment sécuriser les terminaux Windows. Et linux.
- Analyser le fonctionnement des protocoles et des services réseau.
- Expliquer le fonctionnement de l'infrastructure de réseau.
- Classer les divers types d'attaques du réseau.
- Utiliser des outils de surveillance du réseau pour identifier les attaques contre les services et les protocoles réseau.
- Utiliser diverses méthodes pour empêcher les accès malveillants aux données, aux hôtes et aux réseaux informatiques.
- Expliquer comment enquêter sur les attaques et les vulnérabilités des terminaux.
- Évaluer les alertes de sécurité du réseau.
- Analyser les données liées aux intrusions réseau afin d'identifier les hôtes compromis et les vulnérabilités.
- Appliquer des modèles de gestion des incidents liés à la sécurité du réseau

#### Plan de cours

Chapitre 1 : Les systèmes d'exploitation

1. Système d'exploitation Windows
2. Système d'exploitation Linux

Chapitre 2 : Infrastructure de réseau

1. Périphériques de communication réseau
2. L'infrastructure de sécurité du réseau
3. Surveillance du réseau

Chapitre 3 : Les attaques réseau

1. Observation du fonctionnement du réseau
2. Attaques ciblant les fondements du réseau
3. Attaques ciblant les activités

Chapitre 4 : Protection du réseau

1. Les mécanismes de défense
2. Le contrôle d'accès
3. Pare-feu du réseau et prévention des intrusions
4. Filtrage du contenu
5. Threat Intelligence

Chapitre 5 : Analyse et sécurité des terminaux

1. Protection des terminaux
2. Évaluation des vulnérabilités des terminaux

Chapitre 6. Surveillance de la sécurité

1. Les technologies et les protocoles
2. Les fichiers journaux

Chapitre 7. Analyse des données relatives aux intrusions

1. Collecte de données
2. Préparation des données
3. Analyse des données

Chapitre 8 : Gestion des incidents

1. Modèles de gestion des incidents
2. Équipes CSIRT et NIST 800-61r2

#### Pré-requis

Introduction à la sécurité, introduction à la cybersécurité

## Mots clés

Sécurité, services des réseaux, activités des réseaux, observation, gestion et analyse, ...

## Fiche descriptive de l'UE 414 : Sécurité

### UC4142 : Cybersecurity

Nombre des crédits : 2

Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 30h de CI

## Objectifs

L'objectif est d'introduire la cybersécurité. L'objectif est de découvrir les méthodes de sécurisation en ligne, les différents types de malwares et d'attaques ainsi que les mesures utilisées par les entreprises pour maîtriser les attaques.

## Plan de cours

### Chapitre 1 : Introduction à la cybersécurité

6. Le monde de la cybersécurité
7. Cybercriminels et spécialistes de la cybersécurité
8. Domaines de la cybersécurité
9. Les menaces

### Chapitre 2 : Le cube magique de la cybersécurité

6. Les trois dimensions
  - a) Les principes de la sécurité
  - b) Les états de données
  - c) Dispositifs de protection en cybersécurité
7. La triade CID
  - a) Confidentialité
  - b) Intégrité
  - c) Disponibilité
8. États des données
9. Contremesures de cybersécurité
10. Le cadre de gestion de la sécurité IT

### Chapitre 3 : Menaces pour la cybersécurité, vulnérabilités et attaques

1. Introduction
2. Malwares et codes malveillants
3. Supercherie
4. Attaques
  - a) Types des cyberattaques
  - b) Attaques visant les terminaux sans fil et mobiles
  - c) Attaques via des applications

### Chapitre 4 : Protéger les secrets

7. Introduction
8. Cryptographie
9. Les contrôles d'accès
10. Dissimulation des données

### Chapitre 5 : Garantir l'intégrité

6. Les types de contrôle d'intégrité
7. Signatures numériques
8. Certificats
9. Protection de l'intégrité des bases de données

### Chapitre 6 : Garantir la disponibilité

3. Le concept des cinq neuf

|  |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>4. Les mesures pour améliorer la disponibilité</li> <li>5. Traitement des incidents</li> <li>6. Reprise après sinistres</li> </ol> <p>Chapitre 7 : Sécuriser l'infrastructure de réseau d'une entreprise</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Protéger les systèmes et les appareils</li> <li>2. Renforcement du serveur</li> <li>3. Renforcement du réseau</li> <li>4. Sécurité physique</li> </ol> |
| <b>Pré-requis</b>  |
| Introduction à la sécurité   |
| <b>Mots clés</b>   |
| Cybersécurité, attaques, ...   |

| <b>Fiche descriptive de l'UE 415 : Formelles &amp; IoT</b>   |                               |
|--|-------------------------------|
| <b>UC4151 : Méthodes formelles</b>   | <b>Nombre des crédits : 2</b> |
| Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 22.5h de cours   |                               |
| <b>Objectifs</b>   |                               |
| Connaître et utiliser les méthodes formelles de spécification, de validation et de vérification  |                               |
| <b>Plan de cours</b>   |                               |
| <p>Spécification à base de modèles.</p> <p>Techniques de vérification :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- analyse formelle des spécifications,</li> <li>- correction et preuve de spécifications,</li> <li>- preuve de correction d'une implémentation,</li> <li>- vérification par exploration de l'espace d'états (model checking).</li> </ul> <p>Techniques de validation :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- exécution de spécifications formelles,</li> <li>- prototypage.</li> </ul> |                               |
| <b>Prérequis</b>   |                               |
|  |                               |
| <b>Mots clés</b>   |                               |
| Propriété, Model-Checking, preuve de théorème, spécification formelle  |                               |

## Fiche descriptive de l'UE 415 : Formelles & IoT

### UC4152 : IoT 2

Nombre des crédits : 2

Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 22.5h de cours

#### Objectifs

Ce cours introduit les concepts de sécurité à travers les vulnérabilités des systèmes IoT : les objets connectés, les systèmes d'exploitation, les réseaux, les applications et les données. Il aura pour but la maîtrise des concepts de base et notions fondamentales de la sécurité informatique. Le focus sera porté sur l'IoT. Ainsi, l'étudiant pourra appréhender le mode opératoire des attaques informatiques ciblant l'écosystème IoT maîtriser et comprendre les rôles et le fonctionnement des différents composants et outils de sécurisation de cet écosystème. Ce module permettra aussi de fournir la maîtrise et les compétences nécessaires pour développer un crypto système pour l'IoT.

Au terme de ce module, l'étudiant(e) sera en mesure de :

- Identifier les risques et menaces qui pèsent sur les applications/systèmes IoT et qui nécessitent des outils cryptographiques.
- Maîtriser les concepts de base et notions fondamentales de la cryptographie
- Maîtriser les systèmes d'authentification
- Maîtriser et appréhender les aspects de sécurisation des objets connectés
- Maîtriser et appréhender les aspects de sécurisation des réseaux .
- Développer de nouvelles approches et solutions de sécurisation pour systèmes IoT.
- Prendre en considération la protection de la vie privée.

#### Plan de cours

##### Chapitre 1 Concepts de base de la sécurité informatique

1. Terminologie
2. Concepts de base
3. Transactions IoT & sécurité

##### Chapitre 2 Fonctions et mécanismes cryptographiques

1. Eléments théoriques de la cryptographie
2. Algorithmes de chiffrement symétriques & asymétriques & variantes.
3. Fonctions de hachage, Signature numérique, scellement
4. Performances des fonctions cryptographiques vs contraintes des objets connectés
5. Hiérarchie des clés & échange des clés
6. Certificats et PKIs

##### Chapitre 3 Authentification & gestion d'identités

1. IDMS
2. Authentification
3. Protocoles d'authentification
4. Protocoles zero-knowledge

##### Chapitre 4 Les protocoles de sécurité

1. Protocoles de la couche2
2. Le protocole IPsec
3. Le protocole TLS/DTLS
4. Développement des protocoles cryptographiques

#### Prérequis

IoT 1

#### Mots clés

## Fiche descriptive de l'UE 421 : Big Data & Cloud

### UC4211 : Traitement Big Data Avancé

Nombre des crédits : 3

Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 22.5h de TP, 22.5h de cours

#### Objectifs

Ce module a pour objectif de construire un programme à base de MapReduce et intégrer Hadoop HBase dans un workflow d'entreprise. Ce cours permet aux étudiants de découvrir également la notion du stockage distribué et le traitement de gros volumes de données structurées et non structurées pour obtenir de meilleures connaissances métier. A l'issue de ce cours, l'étudiant ou l'étudiante sera en mesure de : Appréhender le fonctionnement d'Hadoop, Identifier l'écosystème : quels outils pour quels usages ? Manipuler les principales commandes shell d'interaction avec Hadoop, Émettre des requêtes SQL avec Hive et HCatalog, Créer des traitements de données avec Pig

#### Plan de cours

##### Introduction à HADOOP

- A. Historique succinct
- B. Le cœur de la plateforme : HDFS et YARN
- C. L'écosystème Hadoop
  - 1. Frameworks et algorithmes
  - 2. Bases de données
  - 3. Traitements des données
  - 4. Intégration
- D. Hadoop et la sécurité des données
- II. Collecte de données et application de Map Reduce
  - A. Analyse des flux de données dans l'entreprise.
  - B. Données structurées et non-structurées.
  - C. Les principes de l'analyse sémantique des données d'entreprise.
  - C. Graphe des tâches à base de MapReduce.
  - D. La granularité de cohérence des données.
  - E. Transfert de données depuis un système de persistance dans Hadoop.
  - F. Transfert de données d'un Cloud dans Hadoop.
- III. Le stockage des données avec HBase
  - A. Plusieurs types de base de données XML.
  - B. Patterns d'usages et application au Cloud.
  - C. Application de Hadoop database au sein d'un workflow.
  - D. Utilisation des projets Hive/Pig.
  - E. Utilisation du projet HCatalog.
  - F. L'API Java HBase.
- IV. Le stockage des données sur HDFS
  - A. Patterns d'usages et application au Cloud.
  - B. Architecture et installation d'un système HDFS, journal, NameNode, DataNode.
  - C. Opérations, commandes et gestion des commandes.
  - D. L'API HDFS Java.
  - E. Analyse de données avec Apache Pig.
  - F. Le langage Pig Latin. Utiliser Apache Pig avec Java.
  - G. Requêtage avec Apache Hive.
  - H. Réplication de données. Partage de données sur une architecture HDFS.

#### Prérequis

Big Data

#### Mots clés

Hadoop, Hive, Pig, HDFS

## Fiche descriptive de l'UE 421 : Big Data & Cloud

### UC4212 : Cloud computing & virtualisation

Nombre des crédits : 2

Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 30h de CI

#### Objectifs

L'objectif est de comprendre les concepts de la virtualisation, découvrir les différentes technologies de virtualisation ainsi que les types de cloud et ses architectures.

#### Plan de cours

- La Virtualisation
- Les hyperviseurs
- Les principales solutions
- Les différents types du Cloud
- Les Architectures Cloud
- Exemples d'acteurs du Cloud

#### Prérequis

#### Mots clés

## Fiche descriptive de l'UE 422 : Conception & Vérification

### UC4221 : Vérification & Validation

Nombre des crédits : 2

Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 30h de CI

#### Objectifs

Connaissance approfondie en vérification & validation logiciel

#### Plan de cours

- Le test logiciel
  - 1-Définition du test logiciel
  - 2-Principe de base du test logiciel
  - 3-Les différentes étapes de test
  - 4-Les plans de test
  - 5-Etude de cas : Test de triangle
- Différents types de test
  - 1-Vocabulaire, processus & exécution d'un test
  - 2-Test de boîte noire & boîte blanche
  - 3-Test unitaire & Intégration & Système
  - 4-Test de conformité & robustesse & Sécurité
  - 5-Test de non régression
- Etude de cas : les techniques de test fonctionnel
  - 1-Analyse partitionnelle
  - 2-Test aux limites
  - 3-Test combinatoire

|   |
|---|
| 4-Test aléatoire<br>5-Test syntaxique108. |
| <b>Prérequis</b>                          |
| Test et qualité logiciel                  |
| <b>Mots clés</b>                          |
|   |

| <b>Fiche descriptive de l'UE 422 : Conception &amp; Vérification</b><br><b>UC4222 : Conception par contrat</b> <b>Nombre des crédits : 2</b>  |  |
|---|--|
| Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 30h de CI   |  |
| <b>Objectifs</b>  |  |
| La conception par contrat encourage les concepteurs de logiciel à spécifier, de façon vérifiable, les interfaces de composants logiciels. Ce cours permettra aux étudiants d'apprendre la conception par contrat en utilisant le langage UML/OCL.   |  |
| <b>Plan de cours</b>  |  |
| Technique d'assertion<br>1-Assertion interne<br>2- Notion d'invariants<br>3- Notion de pré et post-conditions<br>4-Assertion externe<br>Conception par contrat en OCL (Object ConstraintLanguage)<br>1-Limites et insuffisances d'UML<br>2-Spécification de propriétés<br>3-Expressions OCL |  |
| <b>Prérequis</b>  |  |
| Conception Orientée Objet   |  |
| <b>Mots clés</b>  |  |
| Les assertions, les invariants, spécification pré-post, OCL   |  |

| <b>Fiche descriptive de l'UE 423 : Calcul &amp; complexité</b><br><b>UC4231 : Calcul à hautes performances</b> <b>Nombre des crédits : 3</b>   |  |
|--|--|
| Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 15h de TP, 30h de CI   |  |
| <b>Objectifs</b>   |  |
| Ce cours est une introduction aux architectures, middleware et environnements de calcul parallèle et distribué (supercalculateurs, clusters et grilles), et un apprentissage théorique et appliqué de leur algorithmique et programmation. |  |
| <b>Plan de cours</b>   |  |
| I. Notion d'architectures parallèles et distribuées<br>a. Les principales étapes d'évolution des architectures MIMD  |  |



- b. Les enjeux économiques de la construction des supercalculateurs
- II. Bases d'algorithmique parallèle et distribuée
  - a. Partitionnement statique par domaine
  - b. Recouvrement des calculs et des communications
- III. Langages de programmation parallèles et distribués
  - a. Principaux outils de développement actuels sur architectures parallèles et distribuées modernes (MPI, OpenMP, Grid-Services)
  - b. Tendances actuelles (JavaSpaces, Objets Actifs, nouvelles bibliothèques objets de calcul intensif)
  - c. Programmation d'accélérateurs SIMD (CUDA sur GPU).
- IV. Modélisation, mesure et analyse de performances
  - a. Difficultés et règles de mesure de performances.
  - b. Modélisations et lois d'Amdahl et de Gustafson.
  - c. Analyse de phénomènes d'hyper-accélération.
- V. Algorithmique parallèle et distribuée avancée
  - a. Tris parallèles réguliers et irréguliers.
  - b. Recherche de compromis entre rapidité et régularité.
  - c. Comparaisons théoriques et expérimentales.
  - d. Equilibrage de charge dynamique.
  - e. Mécanisme de work-pool.
  - f. Détection de terminaison de programmes parallèles et distribués.
- VI. Introduction au GridComputing
- VII. Intergiciels de Grilles

### Prérequis

Architectures réparties

### Mots clés

Architectures réparties, calcul parallèles, performances

## Fiche descriptive de l'UE 423 : Calcul & complexité

### UC4232 : Méthodes heuristiques et métaheuristiques Nombre des crédits : 3

Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 45h de CI

### Objectifs

L'élève ingénieur pourra élaborer des algorithmes qui produiront des solutions "pas trop mauvaises", donc pas nécessairement optimales, mais qui pourront toutefois le faire en temps raisonnable.

### Plan de cours

1. Introduction
2. Notions sur la complexité
3. Les méthodes de résolution exactes
4. La méthode séparation et évaluation (Branch and Bound)
5. La méthode de coupes planes (Cutting-Plane)
6. La méthode (Branch and Cut)
7. La méthode de la génération de colonnes
8. Heuristiques
9. Méthodes de trajectoire
10. Métaheuristiques

## Prérequis

Recherche opérationnelle, Optimisation

## Mots clés

Solution exacte, solution approchée, heuristique, métaheuristique

## Fiche descriptive de l'UE 424 : Framework Web & Mobile

### UC4241 : Framework Web

Nombre des crédits : 2

Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 22.5h de TP, 22.5h de cours

### Objectifs

A l'issue de ce cours, l'étudiant sera capable de :

Assurer le développement web, avec une maîtrise de la partie Front-end des applications web

Développer une interface ergonomique, interactive et dynamique via le Framework Angular.

Adapter les pages web à tous types de terminaux et de circonstances (design responsive)

### Plan de cours

Chapitre 1 : Introduction au développement web

1. Définition du web
2. Fonctionnement du web
3. Historique du web
4. Les différentes architectures du web
5. Rappel : HTML5
6. Rappel : CSS3

Chapitre 2 : Java Script /ECMAScript

1. Introduction à JavaScript
2. Le noyau de JavaScript
3. Java Script coté client Web
4. TypeScript

Chapitre 3 : Angular

1. Introduction
2. Installation
3. Création et structure d'un projet Angular
4. Les composants
5. Notion de DataBinding
6. Bootstrap
7. Notion de Service
8. Les Directives
9. Pipe
10. Interaction entre les composants
11. Routing et Navigation
12. Guards
13. Les formulaires Angular
  - i. Template Driven Form
  - ii. Reactive Forms
14. RxJS
  - i. Observable
  - ii. Subscription
  - iii. Subject
15. Les requêtes HTTP

#### Travaux Pratiques (TP)

TP1- HTML& CSS

TP2- JavaScript

TP3- TypeScript

TP4- Angular – Installation

TP5- Angular – Les composants

TP6- Angular – Les services

TP7- Angular – Routage

|  |
|--|
| TP8- Angular – RxJS<br>TP9- Angular – HTTP   |
| <b>Prérequis</b>   |
| Initiation en HTML5, CSS et JavaScript<br>Initiation en programmation orientée objet |
| <b>Mots clés</b>   |
|  |

|   |                               |
|---|-------------------------------|
| <b>Fiche descriptive de l'UE 424 : Framework Web &amp; Mobile</b>   |                               |
| <b>UC4242 : Framework Mobile</b>  | <b>Nombre des crédits : 3</b> |
| Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 22.5h de TP, 22.5h de cours   |                               |
| <b>Objectifs</b>  |                               |
| <p>A l'issue de ce cours, l'étudiant sera capable de :</p> <p>Créer sa première application mobile hybride à l'aide d'Ionic et Angular</p> <p>Créer un support de navigation au sein de son application mobile</p> <p>Créer des formulaires à l'aide des composants Ionic</p> <p>Développer des applications utilisant le stockage dans l'appareil mobile</p> <p>Utiliser des API externes dans son application mobile (Firebase et weather)</p>  |                               |
| <b>Plan de cours</b>  |                               |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction</li> <li>2. Installation</li> <li>3. Création et structure d'un projet Ionic</li> <li>4. Template et Customisation</li> <li>5. Utilisation des composants Ionic</li> <li>6. Système de routage</li> <li>7. Persistance des données (Ionic storage)</li> <li>8. Consommation des API</li> </ol> <p><b>Travaux Pratiques (TP)</b></p> <p>TP1- Ionic – Installation</p> <p>TP2- Ionic – Template</p> <p>TP3- Ionic – Les composants</p> <p>TP4- Ionic – Routage</p> <p>TP5- Ionic – Persistance des données</p> <p>TP6- Ionic – Système d'authentification avec Firebase</p> <p>TP7- Ionic – Utilisation de l'API Weather</p> |                               |
| <b>Prérequis</b>  |                               |
| Initiation en HTML5, CSS et JavaScript<br>Une bonne connaissance du Framework Angular   |                               |
| <b>Mots clés</b>  |                               |
|   |                               |

## Fiche descriptive de l'UE 425 : Entrepôts & fouille de données

### UC4251 : Entrepôts de données

Nombre des crédits : 3

Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 15h de TP ; 22.5h de CI

#### Objectifs

Ce module a pour objectif d'introduire aux étudiants les entrepôts de données. Pour se faire, ils doivent comprendre la notion de systèmes d'information décisionnels (SID). Par la suite, les étudiants doivent avoir une idée claire sur l'architecture, les fonctions et les objectifs d'un SID. Ainsi, ils peuvent comprendre la notion d'entrepôt de données et la différence par rapport une base de données ordinaire. Ainsi, ils doivent être capables de développer les différentes de construction d'un entrepôt de données, de la conception vers le chargement.

#### Plan de cours

1. Systèmes d'information et Aide à la décision
2. Introduction aux entrepôts de données
  - Définition
  - Entrepôts de données vs base de données
  - Caractéristiques
3. Modélisation multidimensionnelle
  - Les concepts de bases
  - Modèle en étoile
  - Modèle en flocon
  - Modèle en constellation
4. Conception d'entrepôt de données
  - Approche ascendante
  - Approche descendante
  - Approche Mixte
5. Stratégies d'implantation d'un entrepôt de données
  - ROLAP
  - MOLAP
  - HOLAP
6. Processus Extract-Transform-Load
  - Architecture
  - Extraction des données
  - Transformation des données
  - Chargement des données
7. Analyse multidimensionnelle
  - Opérateurs OLAP
  - SQL vs MDX
8. Outil d'analyse et de reporting
9. Administration d'entrepôt de données
10. Conduite de projet décisionnel.

#### Pré-requis

Bases de données 1 & 2, développement des applications des bases de données

#### Mots clés

Modélisation multidimensionnelle, conception, analyse multidimensionnelle

## Fiche descriptive de l'UE 425 : Entrepôts & fouille de données

### UC4252 : Fouille de données

Nombre des crédits : 3

Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 15h de TP ; 30h de CI

#### Objectifs

Fournir les éléments permettant de maîtriser les principales méthodes de fouille de données appliquées à différents problèmes, en particulier celles utilisées pour le traitement de très grandes quantités d'information.

#### Plan de cours

1. Introduction à la fouille de données
2. Types de données et des ensembles de données
3. Mesures de proximité
4. Algorithmes hiérarchiques de partitionnement, basés sur la densité, de grille, de graphes...
5. Évaluation de la qualité
6. Extraction des règles d'associations dans les bases de transactions
7. Regroupement de données (clustering)
8. Les arbres de décision

#### Pré-requis

Algorithmes et Structures de Données 1 et 2

#### Mots clés

Clustering, processus d'extraction, connaissances

## E. Semestre 5 (GLSI)

**Note :** le semestre 5 de la spécialité GLSI incorpore des matières de pointes pour ladite spécialité qui le distingue complètement du semestre 5 de la spécialité GLID. Nous avons pris un grand soin pour ne pas avoir aucune redondance ou chevauchement en terme de matière et/ou contenu entre les deux spécialités GLSI et GLID.

### Fiche descriptive de l'UE 511 : IA & réalité virtuelle

#### UC5111 : Apprentissage profond

Nombre des crédits : 3

Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 22.5h de cours ; 15h de TP

#### Objectifs

L'objectif est de maîtriser les différentes étapes relatives à la définition, l'apprentissage et l'utilisation des réseaux de neurones profonds.

#### Plan de cours

1. Pourquoi l'apprentissage profond ?
2. Réseaux multi-couches et rétropropagation du gradient
3. L'apprentissage profond en pratique
4. Réseaux convolutifs
5. Réseaux RNN

#### Pré-requis

Apprentissage automatique

#### Mots clés

Apprentissage, réseaux multi-couches, réseaux convolutifs, RNN

### Fiche descriptive de l'UE 511 : IA & réalité virtuelle

#### UC5112 : Réalité virtuelle et animation 3D

Nombre des crédits : 2

Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 15h de cours ; 15h de TP

#### Objectifs

Ce cours entend offrir les bases nécessaires pour la compréhension, la conception et le développement de systèmes exploitant les technologies de la réalité virtuelle. À terme, l'étudiant aura acquis un ensemble de connaissances théoriques et pratiques sur les technologies de la réalité virtuelle et les techniques d'interaction 3D en particulier.

#### Plan de cours

1. Réalité augmentée
  - Réalité Virtuelle (RV) Réalité Augmentée (RA)
  - Problématiques de la RA : mélange réel – virtuel, interaction 3D temps réel, recalage
  - La réalité augmentée mobile
  - Applications scientifiques, industrielles et culturelles.
2. Applications industrielles
  - Robotique : couplage vision - action.
  - Métrologie.
  - Surveillance.
  - Inspection visuelle.
  - Contrôle de fabrication.
  - Systèmes temps réel d'analyse d'images.

### 3. Imagerie médicale

- Capteurs et dispositifs d'imagerie médicale.
- Traitements d'images adaptés
- Reconstruction 3D.
- Couplage analyse
- synthèse d'images.
- Représentation et intégration d'informations (anatomie, ...) et d'expertise.
- Architecture des systèmes d'analyse d'images médicales.
- Exemples d'applications médicales.

### 4. Imagerie spatiale

- Recalage.
- Qualité image.
- Classifications.
- Imagerie radar.
- Analyse de la chaîne de traitements en télédétection.

### Pré-requis

### Mots clés

## Fiche descriptive de l'UE 512 : Modèles Workflow & IDM

### UC5121 : Techniques d'indexation et recherche

Nombre des crédits : 3

Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 30h de CI ; 15h de TP

### Objectifs

L'objectif de ce cours est de présenter les principaux systèmes de recherche d'information en usage tant sur les serveurs d'information classiques que sur le réseau, et leurs méthodes d'évaluation qualitative. On examine les modèles sous-jacents et leur adéquation aux problèmes posés par la recherche interactive d'information et par les données multimedia. Compétences acquises : compréhension des notions de modèle de recherche d'information, de pertinence et d'évaluation qualitative des systèmes dérivés, des principales techniques d'indexation et de leurs limites. [1] Connaissances des principaux systèmes et moteurs de recherche en usage. [2] Savoir-faire acquis : Maîtrise des modèles et techniques classiques de recherche et indexation, des méthodes d'évaluation et des approches interactives du domaine.

### Plan de cours

- 1 Introduction : présentation du domaine
  - 1.1 Problématique de la recherche d'information
  - 1.2 Fonctions des systèmes de RI
  - 1.3 Indexation, Interrogation
  - 1.4 Notions de pertinence et de modèle de recherche d'informations
  - 1.5 Problématique du multimédia
- 2 Evaluation des performances qualitatives des systèmes
  - 2.1 Notions de rappel et de précision
  - 2.2 Méthodes pratiques d'évaluation
  - 2.3 Comparaison de système
- 3 Approches classiques en recherche d'informations
  - 3.1 Les approches par interrogation : modèle Booléen et modèle Vectoriel
  - 3.2 Application aux moteurs de recherche du web
  - 3.3 Les approches par navigation : les modèles hypermédia

### Pré-requis

### Mots clés

## Fiche descriptive de l'UE 512 : Modèles Workflow & IDM

**UC5122 : ingénierie dirigée par les modèles et workflow**  
**Nombre des crédits : 3**

Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 30h de CI ; 15h de TP

### Objectifs

Dans cette UE, on étudiera les techniques de gestion de processus métiers (connu sous l'acronyme anglophone BPM), une discipline en pleine expansion et adoption industrielle pour implémenter les systèmes d'information opérationnels. Après une introduction des processus métiers, leurs types et cycle de vie, on présentera les techniques utilisées durant chacune des phases du cycle de vie. Cette unité se termine avec la présentation des progiciels de gestion intégrée et leurs adoptions de BPM.

### Plan de cours

#### Introduction

- Evolution des systèmes d'information
- Classification des modèles de PM
- Cycle de vie des PM

#### Modélisation de processus

- Patron de flot de contrôle
- Notation graphiques : BPMN, UML, EPC
- Langage de sérialisation de modèles
- Modèles formels : réseaux de Petri, algèbre de processus

#### Validation des modèles de processus

- Processus de validation
- Validation structurelle
- Validation contextuelle

#### Mise en œuvre de processus métier

- Concepts de base des modèles à flot de tâches (workflow)
- Systèmes de gestion de workflow (SGW),
- Déploiement de modèle de processus métier dans un SGW
- Surveillance des instances

#### Intelligence des processus

- Fouille de processus métiers
- Analyse et prédiction des comportements
- Plateforme PROM

#### Progiciels de gestion intégrée (ERP)

- Définition et rôle d'un ERP
- Types de modules et exemples d'ERP
- Éléments caractéristiques des ERPs
- ERP sensible aux processus métiers
- Avantages et inconvénients des ERPs

### Pré-requis

Conception Orientée Objet

### Mots clés

IDM, MDE, MDA, WorkFlow, ERP



## Fiche descriptive de l'UE 513 : Projet informatique

### UC5131 : Projet génie logiciel

Nombre des crédits : 2

Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 22.5h de CI, 22.5h TP

#### Objectifs

Etudier, à travers la pratique, la matérialisation des méthodologies de génie logiciel.

#### Plan de cours

- Démonstration d'une réalisation de projet avec un processus unifié
- Apprendre à développer en adoptant une méthodologie Agile. (XP, Scrum,...)
- Génération de codes
- Test, correction et validation

#### Prérequis

Conception OO, Projet de Conception OO, Programmation (OO, web, mobile), Vérification & validation

#### Mots clés

UP, RUP, Agile, prototype, Génie Logiciel

## Fiche descriptive de l'UE 513 : Projet informatique

### UC5132 : UX

Nombre des crédits : 2

Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 30h de CI

#### Objectifs

Ce cours intitulé UX/UI Design : User Experience Design et User Interface Design, permettra à l'étudiant de :

- Identifier les éléments incontournables de l'expérience utilisateur (persona, usabilité, affordance...),
- Connaître les spécificités de l'expérience utilisateur liées aux différents supports web et mobile,
- Mobiliser les bonnes pratiques de prototypage en s'adaptant aux changements de la société,
- S'initier à la création d'un storytelling (un accrochage narrative),
- Utiliser les outils de zoning, de maquettage et d'interaction les plus adéquats,
- Concevoir des interfaces centrées autour de l'utilisateur et optimiser,
- Maîtriser le vocabulaire et les bonnes pratiques en matière de design,
- Communiquer et travailler avec des designers,
- Développer la capacité créatrice et d'innovation.

#### Plan de cours

Chapitre I : Introduction à l'UX et l'UI design

Introduction : Définition de l'UX et de l'UI design,

Section I. La différence entre UX et UI design,

Section II : La notion d'usabilité,

Section III : Le taux de rétention,

Section V: Le Hook Canvas.

Chapitre II : Le design orienté utilisateur

Introduction : Concentrons-nous sur l'utilisateur,

Section I : La perception de l'utilisateur,

Section III : La création pour l'utilisateur,

Section V: La définition d'un persona/ d'une carte,

Section VI : Le principe d'affordance.

Chapitre III : Volet pratique de l'UX design

Introduction : L'approche "Design Thinking" (rechercher, prototyper et tester),

Section I: La recherche utilisateur,

Section II : Les pratiques du prototypage,

Section III : Les situations typiques d'une séance de test,

Section V: La résolution du problème.

Chapitre V : Volet pratique de l'UI design

Introduction : Introduction à la culture graphique du web,

Section I: L'aspect visuel d'une interface web,

Section II : La conception d'interface web en tenant compte de l'expérience utilisateur (UI).

### Pré-requis

Avoir une bonne maîtrise des logiciels de création bitmap et vectorielle (abordé dans le module infographie durant le quatrième semestre). Avoir une assez bonne connaissance pour la culture et les tendances du web (abordé dans le module infographie durant le quatrième semestre). Avoir des notions de gestion de projet agile (abordé dans le module Projet fédéré (méthode agile)).

### Mots clés

## Fiche descriptive de l'UE 513 : Projet informatique

### UC5133 : Devops

Nombre des crédits : 2

Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 30h de CI

### Objectifs

Ce cours a pour d'inviter les étudiants à apprendre les techniques d'automatisation de la collaboration entre les développeurs de logiciels en utilisant le versionnage et l'intégration continue (CI).

### Plan de cours

1. Versionning des applications en utilisant Git et Github.
2. Principes de bases de l'intégration continue.
3. Automatisation de l'intégration continue avec Jenkins/Travis.
4. Prise en main de Docker.

### Pré-requis

Connaissances en développement Java ou C++ et en administration système

### Mots clés

## Fiche descriptive de l'UE 514 : Administration & gouvernance

### UC5141 : Gouvernance et urbanisation des systèmes d'information

Nombre des crédits : 2

Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 30h de CI

### Objectifs

Ce cours donne une vision d'ensemble permettant d'appréhender et maîtriser les différents aspects d'un projet de gouvernance et d'urbanisation du système d'information, de l'expression des besoins à l'intégration des composants, en passant par la définition de l'architecture d'un système. Ce cours aborde aussi les aspects méthodologiques normatives de l'audit de la sécurité des systèmes

### Plan de cours

|   |                                    |   |
|---|------------------------------------|---|
| 1 | Introduction Système d'information | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Objectifs du cours</li><li>2. Notion d'information</li></ol> |
|---|------------------------------------|---|

|   |                     |  |
|---|---------------------|--|
|   |                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>3. Notion de SI</li> <li>4. Rôles du SI</li> <li>5. Les parties prenantes du SI</li> <li>6. SI et fonctions de l'entreprise</li> <li>7. SI et nouveaux métiers</li> </ul>   |
| 2 | Gouvernance des SI  | <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction</li> <li>2. Évolution des systèmes d'information au cours des 60 dernières années</li> <li>3. Automatisation continue de l'entreprise</li> <li>4. L'entreprise dans un environnement de plus en plus large</li> <li>5. Une complexité croissante, génératrice de risques</li> <li>6. Définition de la gouvernance des systèmes d'information</li> <li>7. Objectifs de la gouvernance</li> <li>8. Alignement stratégique</li> <li>9. Valeur ajoutée de la gouvernance</li> <li>10. Maîtrise des risques</li> <li>11. Gestion des ressources</li> <li>12. Mesure de la performance</li> <li>13. Préoccupations du management</li> <li>14. Méthodes générales</li> <li>15. Exemples de méthodes générales</li> <li>16. Conclusion</li> </ul> |
| 3 | Urbanisation des SI | <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction</li> <li>2. Constat menant à l'Urbanisation</li> <li>3. Urbanisation des SI : Résumé</li> <li>4. La métaphore de la ville</li> <li>5. Notions d'urbanisme et d'urbanisation</li> <li>6. Application de ces notions aux SI</li> <li>7. Réutilisation du vocabulaire de la gestion de projets urbains</li> <li>8. Similarité des problématiques</li> <li>9. Similarité des solutions</li> <li>10. Démarche d'urbanisation</li> <li>11. Les objectifs de l'urbanisation</li> <li>12. Les 5 composantes du processus d'urbanisation</li> <li>13. La cartographie urbanisée du SI</li> <li>14. Un SI non optimisé : l'effet de spaghetti</li> <li>15. EAI, une solution plus cohérente</li> </ul>  |

|   |                          |   |
|---|--------------------------|---|
|   |                          | 16. PGI, une solution plus cohérente<br>17. Le marché des EAI<br>18. Le marché des PGI<br>19. Le choix d'une solution<br>20. Conclusion   |
| 4 | Les architectures des SI | 1. Stratégie d'évolution des organisations<br>2. Enjeux stratégiques des directions informatiques<br>3. Objectifs techniques et financiers des directions informatiques<br>4. Les générations d'architecture support de Systèmes d'Informations<br>5. Le client-serveur <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Origines et Historique</li> <li>b. Le modèle Multi-Utilisateur centralisé</li> <li>c. Le modèle réseau local traditionnel</li> <li>d. Le modèle Client-serveur</li> <li>e. Pourquoi le Client-serveur ?</li> <li>f. Client/serveur : définition</li> <li>g. Les 4 principes de base du C/S</li> </ul> 6. Niveaux d'abstraction d'une application<br>7. « Où » découper l'application ?<br>8. Architecture Un Tiers<br>9. Architecture Deux Tiers<br>10. Le Middleware<br>11. Architecture Trois Tiers<br>12. Architectures 4/3 et N Tiers<br>13. Les architectures orientées services <ul style="list-style-type: none"> <li>a. SOA <ul style="list-style-type: none"> <li>i. Introduction</li> <li>ii. Urbanisation : Modèle de référence</li> <li>iii. Urbanisation : Phénomène horizontal</li> <li>iv. Outillage</li> <li>v. SOA Concrétise le modèle d'urbanisation</li> </ul> </li> <li>b. Intégration et interopérabilité <ul style="list-style-type: none"> <li>i. Relever les défis du SI ...</li> <li>ii. La quête de l'Interopérabilité</li> <li>iii. EAI : Enterprise Application Integration</li> </ul> </li> </ul> |

|   |              |   |
|---|--------------|---|
|   |              | iv. Bus applicatif : Serveurs d'intégration<br>v. Architectures Orientées Services<br>vi. Web Services<br>vii. Apports des Web Services   |
| 5 | Audit des SI | 1. Introduction<br>2. La problématique de sécurité du système d'information<br>3. Les questions auxquelles se doivent de répondre les audits de sécurité du SI<br>4. Contrôle interne :<br>a. Définition<br>b. Activités<br>c. Pilotage<br>d. Contrôle de gestion<br>5. Audit<br>6. Relations entre l'audit et les autres formes de contrôle<br>7. Typologie des audits<br>8. Audit interne et audit externe<br>9. Démarche générale de l'audit<br>10. L'audit de sécurité du système d'information<br>11. Les types d'audit de sécurité<br>12. Les principaux types d'audit de sécurité<br>13. Les référentiels utilisés dans le cadre des audits de sécurité (Normes et méthodes)<br>14. Les risques d'un audit de sécurité<br>15. Conclusion |

### Pré-requis

Le cours ne requière par des pré requis spécifiques.

### Mots clés

Apprentissage, réseaux multi-couches, réseaux convolutifs, RNN

## Fiche descriptive de l'UE 514 : Administration & gouvernance

### UC5142 : Administration des bases de données

Nombre des crédits : 3

Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 30h de CI ; 15h de TP

#### Objectifs

L'objectif principal de ce module est l'étude et la maîtrise des concepts nécessaires à la tâche d'administration d'une BD dans tout environnement indépendamment du modèle de données sous-jacent (relationnel, relationnel, relationnel-objet, noSQL) et de l'architecture cible (centralisée, répartie, distribuée, Cloud, etc.). Le module est structuré de façon à alterner des parties formelles avec des séances pratiques pour mettre en œuvre les concepts étudiés. Pour ceci, on peut se baser sur les deux SGBD qui dominent actuellement le marché des BD à savoir Oracle (version XE gratuite) et PostgreSQL (1er SGBD open source). Ces SGBD supportent toutes les fonctionnalités modernes de gestion des BD (y compris le NoSQL et le big data). Au bout de ce module, l'étudiant doit être capable :

1. D'installer et de paramétrer un SGBD dans un environnement de production
2. Démarrer et arrêter un serveur de BD
3. De choisir le meilleur schéma d'indexation pour une BD
4. D'interpréter et de comprendre un plan d'exécution généré par le SGBD
5. De résoudre des problèmes de concurrence (deadlock, données mortes, etc.)
6. Faire des sauvegardes et réparer des pannes du serveur
7. Faire l'audit de la BD (logging des activités sur la BD, droits, utilisateurs, etc.)

Pratiquement, chacune des compétences ci-dessus fait appel aux acquis d'un chapitre parmi ceux dessous.

#### Plan de cours

1. Architecture générique d'un SGBD (relationnel, NoSQL)
2. Modèles de stockage des DB (cas d'Oracle et PostgreSQL)
3. Indexation et hachage
4. Techniques d'Optimisation des requêtes SQL
5. Gestion des transactions et Accès concurrents
6. Techniques de réparation des pannes (UNDO, REDO, UNDO/REDO)
7. Sécurisation des données (piratages, SQL injection attacks, transactions malicieuses)
8. Audit des BD et Tuning des SGBD

#### Pré-requis

#### Mots clés

## Fiche descriptive de l'UE 515 : Temps réel & embarqué

### UC5151 : Systèmes temps réel

Nombre des crédits : 2

Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 30h de CI

#### Objectifs

- Utiliser efficacement les outils fournis par un système d'exploitation temps réel,
- Concevoir une application sur un système temps réel.
- Introduire les contraintes du temps réel et des définitions de base.
- Architecture et fonctionnement d'un noyau temps réel (tâches, interruptions,...)
- Outils de synchronisation et communication entre tâches dans un noyau temps réel
- (mutex, sémaphores, problème de l'inversion de priorité (protocole à héritage de priorité, à priorité plafond)
- L'ordonnancement dans des OS temps réel.

#### Plan de cours

- Exécutif
- Tâches
- Événements et synchronisation

- Partage de ressources
- Communications entre tâches
- Gestion de la mémoire
- Gestion du temps
- Interruptions
- Fichiers temps réel
- POSIX et le temps réel

### Pré-requis

### Mots clés

## Fiche descriptive de l'UE 515 : Temps réel & embarqué

### UC5152 : Programmation pour cible embarquée      Nombre des crédits : 2

Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 15h de C; 15h de TP

### Objectifs

Permettre d'appréhender les contraintes d'un programme fonctionnant sur une machine à ressources réduites et acquérir les bonnes pratiques pour l'écriture de programme en langage C sur des plateformes dites embarquées.

Cela comprend en particulier :

- connaître le détail de l'interaction avec le compilateur, en tenant compte de différentes cibles/coeur processeur,
- savoir manipuler les données complexes (formation de quatre jours) : chaînes et tableaux ; les grands nombres,
- maîtriser l'organisation de la mémoire,
- connaître les bons usages de la mémoire : passage de paramètres, cycle de vie d'une donnée dans la pile,
- savoir gérer le temps et le traitement des interruptions/exceptions,
- connaître les règles pour un debug efficace,
- connaître les règles pour le bon usage du compilateur : optimisations explicites ou implicites,
- connaître les bonnes pratiques d'un développement multitâches.

### Plan de cours

1ère Partie : Langage C pour l'embarqué

1. Les données complexes

maîtriser les chaînes de texte (ascii 7bits, ascii 8bits et codepages, UTF)

connaître les représentations de nombres, le format Q15, les nombres à virgule flottante (l'IEEE754 avec et sans utilisation d'une FPU)

maîtriser le transtypage et le changement de représentation

connaître les structures, unions, et types complexes

maîtriser l'alignement des structures

2. L'organisation de la mémoire

connaître le détail de l'accès aux données, registres, caches et mémoires externes

connaître le détail du fonctionnement d'un cache (I et D) et impact sur les performances

connaître le fonctionnement d'une MPU et d'une MMU

connaître le fonctionnement et les usages des DMA

Utiliser les variables avec volatile

3. Les bons usages de la mémoire

maîtriser la portée, la visibilité des données

maîtriser l'utilisation de constantes : les économies possibles de RAM

maîtriser les passages de données entre fonctions (registres, pile)

maîtriser l'utilisation de pointeurs

maîtriser l'analyse détaillée de la pile (cycle de vie des données, cadre de pile, risques de débordements)

maîtriser la gestion de la mémoire dynamique

4. L'utilisation du compilateur

maîtriser les étapes de traduction du code

maîtriser la production du code final (linker) et savoir ajouter des bibliothèques

maîtriser la localisation des différentes sections (par exemple avec l'analyse du format ELF)

maîtriser les scripts personnalisés pour le linker

5. Les règles pour un debug efficace

connaître l'impact de l'utilisation de la console  
connaître les points d'arrêts matériels et logiciels

#### 6. Le multi-tâches

timer matériel et compteurs logiciels, analyse des choix possibles pour la mesure du temps

détails de fonctionnement des interruptions (priorité, section critique, sauvegarde de contexte) utilisation de plusieurs contextes et introduction aux scheduler : avantages et impacts

mise en œuvre d'applications concurrentes avec un scheduler préemptif sur une cible mono-cœur

type ARM cortex-M3 (sans MMU). Possibilité de prévoir des applications sur composant multi-cœur (type cortex-A8), sur demande.

files de messages et communication inter-processus usages et impacts des briques matérielles (MPU / MMU)

introduction aux architectures multi-cœurs

gestion de la synchronisation et de la concurrence d'accès

2ème Partie : Programmation sous RT-Linux

### Pré-requis

### Mots clés



## F. Semestre 5 (GLID)

**Note :** le semestre 5 de la spécialité GLSI incorpore des matières de pointes pour ladite spécialité qui le distingue complètement du semestre 5 de la spécialité GLID. Nous avons pris un grand soin pour ne pas avoir aucune redondance ou chevauchement en terme de matière et/ou contenu entre les deux spécialités GLSI et GLID.

### Fiche descriptive de l'UE 511 : IA & Big Data

#### UC5111 : Techniques avancées d'apprentissage profond Nombre des crédits : 3

Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 30h de cours ; 22.5 de TP

##### Objectifs

L'objectif est de maîtriser les différentes techniques d'apprentissage profond.

##### Plan de cours

Réseaux DL  
Régularisation pour DL  
Optimisation d'apprentissage pour les modèles DL  
Réseaux CNN  
Réseaux RNN  
Autoencodeurs  
Réseaux adversaires GAN  
Apprentissage par transfert  
Apprentissage par renforcement

##### Pré-requis

Apprentissage automatique

##### Mots clés

DL, RNN, RNN, GAN, ...

### Fiche descriptive de l'UE 511 : IA & Big Data

#### UC5112 : Frameworks Big Data (Spark) Nombre des crédits : 3

Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 22.5h de cours ; 22.5h de TP

##### Objectifs

Ce cours a pour objectif de maîtriser les concepts fondamentaux de Spark et de développer des applications avec Spark Streaming. A l'issue de ce cours, les étudiants doivent maîtriser la programmation parallèle avec Spark sur un cluster et exploiter des données avec Spark SQL. Ils doivent être capables de modéliser une première approche du Machine Learning.

##### Plan de cours

Présentation d'Apache Spark  
a. Historique du Framework.  
b. Les différentes versions de Spark (Scala, Python et Java).  
c. Comparaison avec l'environnement Apache Hadoop.  
d. Les différents modules de Spark.  
e. Travaux pratiques : Installation et configuration de Spark. Exécution d'un premier exemple avec le comptage de mots.

## II. Programmer avec les Resilient Distributed Dataset (RDD)

- a. Présentation des RDD.
- b. Créer, manipuler et réutiliser des RDD.
- c. Accumulateurs et variables broadcastées.
- d. Utiliser des partitions.
- e. Travaux pratiques : Manipulation de différents Datasets à l'aide de RDD et utilisation de l'API fournie par Spark.

## III. Manipuler des données structurées avec Spark SQL

- a. SQL, DataFrames et Datasets.
- b. Les différents types de sources de données.
- c. Interopérabilité avec les RDD.
- d. Performance de Spark SQL.
- e. JDBC/ODBC server et Spark SQL CLI.
- f. Travaux pratiques : Manipulation de Datasets via des requêtes SQL. Connexion avec une base externe via JDBC.

## IV. Spark sur un cluster

- a. Les différents types d'architecture : Standalone, Apache Mesos ou Hadoop YARN.
- b. Configurer un cluster en mode Standalone.
- c. Packager une application avec ses dépendances.
- d. Déployer des applications avec Spark-submit.
- e. Dimensionner un cluster
- f. Travaux pratiques : Mise en place d'un cluster Spark.

## V. Analyser en temps réel avec Spark Streaming

- a. Principe de fonctionnement.
- b. Présentation des Discretized Streams (DStreams).
- c. Les différents types de sources.
- d. Manipulation de l'API.
- e. Comparaison avec Apache Storm.
- f. Travaux pratiques : Consommation de logs avec Spark Streaming.

81

## VI. Manipuler des graphes avec GraphX

- a. Présentation de GraphX.
- b. Les différentes opérations.
- c. Créer des graphes.
- d. Vertex and Edge RDD.
- e. Présentation de différents algorithmes.
- f. Travaux pratiques : Manipulation de l'API GraphX à travers différents exemples.

## VII. Machine Learning avec Spark

- a. Introduction au Machine Learning.
- b. Les différentes classes d'algorithmes.
- c. Présentation de SparkML et MLlib.
- d. Implémentations des différents algorithmes dans MLlib.
- e. Travaux pratiques : Utilisation de SparkML et MLlib.

## Pré-requis

Traitement Big Data

## Mots clés

Spark, RDD, SparkML,

## Fiche descriptive de l'UE 512 : TAL & CV

### UC5121 : TAL

Nombre des crédits : 2

Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 22.5h de cours, 15h TP

#### Objectifs

Modéliser le processus langagier en vue de son traitement automatique.

#### Plan de cours

Chapitre 1 Introduction au traitement automatique des langues

- Objectifs
- Définitions
- Approches du TAL
- Applications du TAL
- Défis
- Niveaux de traitement d'une application du TAL

Niveau morphologique (principe et ambiguïtés)

Niveau syntaxique (principe et ambiguïtés)

Niveau sémantique (principe et ambiguïtés)

Niveau pragmatique (principe et ambiguïtés)

Chapitre 2 Prétraitement de textes · Tokenization

- Normalisation des tokens
- Stemming / Lemmatization
- Etiquetage morpho-syntaxique (POStagging) et entités nommées.
- Expressions régulières

Chapitre 3 Extraction d'attributs textuels et mesures de similarité

- Propriétés des données textuelles (Corpus, Fréquence, Loi de Zipf)
- Notions de Bag of Words (BOW)
- Pondération par TF-IDF
- Mesures de similarité
- Distance d'édition (matrice d'édition avec backtrace (pointeurs))

Chapitre 4 Approche statistique en TAL · Modèles statistiques du langage

- Méthodes de lissage :  
Techniques intuitives (méthode de Laplace, Add- d smoothing, ..)  
Techniques de lissage de Good-Turing, et lissage par interpolation
- Évaluation des modèles n-grams

#### Prérequis

ML1, ML2, DL

#### Mots clés

TF-IDF, BOW,

## Fiche descriptive de l'UE 512 : TAL & CV

### UC5122 : Computer Vision

Nombre des crédits : 3

Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 22.5h de cours, 22.5h TP

#### Objectifs

Ce module est conçu pour approfondir les compétences en intelligence artificielle et en apprentissage automatique avec l'ajout des théories avancées de la vision par ordinateur (incluant le traitement d'images et les techniques de reconnaissance de formes)

#### Plan de cours

Chapitre 1 Introduction à la vision intelligente · Définitions

- Types de graphiques
- Types d'images
- Espaces colorimétriques

- Propriétés d'images
- Applications de la vision intelligente
- Chapitre 2 Prétraitement d'images
- Rehaussement d'images
  - Notion d'histogrammes
  - Modification d'histogramme
  - Égalisation d'histogramme
  - Spécification d'histogramme
- Restauration d'images
  - Filtrage spatial linéaire
  - Filtrage non linéaire
- Chapitre 3 Segmentation d'images · Définitions
- Approches de segmentation
  - Approche Région
  - Approche Contour
  - Approche par classification
- Chapitre 4 Attributs et reconnaissance d'objets · Notion d'attributs
- Attributs de texture
  - Attributs de Haralick
  - Matrice de cooccurrence
  - Modèle binaire local (LBP)
- Extraction d'attributs de couleur, de forme et de texture
- Chapitre 5 Suivi d'objets et mouvement · Différence inter-images
- Modélisation du fond
- Détection du mouvement
- Segmentation des objets en mouvement
- Suivi d'objets
- Chapitre 6 Architectures CNN/RNN avancées pour la vision intelligente
- Applications du monde réel utilisant :
  - CNN
  - RNN
  - Faster R-CNN
  - U-NET
  - YOLO Net

### Prérequis

ML1, ML2, DL

### Mots clés

## Fiche descriptive de l'UE 513 : Projet ML

### UC5131 : Projet fédérateur ML

**Nombre des crédits : 3**

Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 22.5h de TP, 15h CI

### Objectifs

### Plan de cours

Appliquer les techniques apprises dans le module Machine Learning sur un exemple concret : Mini projet sur la reconnaissance des lettres ou autres.

### Prérequis

### Mots clés

## Fiche descriptive de l'UE 513 : Projet ML

### UC5132 : MLOps

Nombre des crédits : 2

Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 30h de CI

#### Objectifs

Ce cours introduit les bases de MLOps et de workflows qui permettent de caractériser les problèmes ML et fournir une feuille de route claire pour construire des pipelines ML robuste et évolutive.

#### Plan de cours

- Enjeux de MLOps
- Intervenants dans MLOps
- Paramètres clés de MLOps
- Développement des modèles
- Préparation pour la production
- Déploiement
- Surveillance et de retroaction
- Gouvernance
- Exemples

#### Prérequis

Gestion des projets informatiques

#### Mots clés

MLOps, Workflow

## Fiche descriptive de l'UE 514 : EAD & Visualisation

### UC5141 : Visualisation des données massives

Nombre des crédits : 2

Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 15h de C ; 30h de TP

#### Objectifs

- Présenter les fondements de la visualisation d'information, ainsi qu'un panorama des techniques de l'état de l'art applicables à différents types de jeux de données
- Donner les clés pour la conception de nouvelles techniques de visualisation interactives adaptées à des données et des tâches spécifiques.

#### Plan de cours

1. La perception visuelle humaine
2. Les fondements de la visualisation interactive d'information
3. Les graphes et les arbres
4. Les données tabulaires
5. L'évaluation des techniques de visualisation
6. Les outils pour la visualisation
7. Indication de mise en oeuvre langages et/ou outils
8. Javascript/html (d3.js)

#### Pré-requis

IHM, Théorie des graphes, Algorithmes et structures de données

#### Mots clés

Nuage d'information, techniques de disposition

## Fiche descriptive de l'UE 514 : EAD & Visualisation

### UC5142 : EAD & Ingénierie de descripteurs      Nombre des crédits : 3

Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 15h de C ; 22.5h de TP

#### Objectifs

- Appliquer une variété de techniques pour maximiser des renseignements précis dans un ensemble de données, révéler une structure sous-jacente, extraire des variables importantes, détecter les valeurs aberrantes et anomalies, tester les hypothèses, développer des modèles et déterminer les meilleurs paramètres pour estimations futures.
- Nettoyer les données, préparer les données, explorer les données et visualiser les données.
- Transformer les données
- Réduire les dimensionnalités
- Sélectionner les descripteurs

#### Plan de cours

##### Partie 1 : Exploration & analyse de données

- Importation des données (CSV, SPSS, SAS, R, SQL, JSON, Web, ....)
- Identification des valeurs manquantes & aberrantes (une seule variables, variables bi-variées, consistances des relations, influences significatives, KNN pour l'identification des valeurs aberrantes, techniques d'identification d'anomalies, )
- Visualisation pour l'identification d'anomalies
- Techniques de traitements des valeurs aberrantes et manquantes

##### Partie 2 : Ingénierie de descripteurs

- Discrétisation des variables
- Technique de sélection de descripteurs
- Transformation des données
- Réduction de dimensionnalité (PCA, LDA, ICA, SVD, ...)

#### Pré-requis

Machine learning

#### Mots clés

EAD, Ingénierie de descripteurs

## Fiche descriptive de l'UE 515 : Série temporelle & Framework

### UC5151 : Série temporelle      Nombre des crédits : 3

Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 22.5h de cours, 15h TP

#### Objectifs

- Etude et analyse des séries temporelles (Ajustement des courbes, Régression, Classification, Prédiction, Segmentation/Classification, Détection des anomalies,...)

#### Plan de cours

- Introduction à la série temporelle (Tendance, saisonnalité, résidus, graphiques, ...)
- Méthodes de moindre carré et régression
- Processus aléatoire stationnaire (ARMA, SARMA)
- Processus aléatoire non stationnaire (ARIMA, SARIMA)
- Lissage exponentiel
- Simulation
- Apprentissage profond pour les séries temporelles
- Applications de monde réel (finance, marketing, ...)

**Prérequis**

Statistiques, probabilité, ML

**Mots clés**

ARMA, ARIMA,

**Fiche descriptive de l'UE 515 : Série temporelle & Framework****UC5151 : Framework ML& DS & DE****Nombre des crédits : 2**

Volume horaire semestriel – (15 semaines) : 30h de TP

**Objectifs**

Maîtrise quelques framework de machine learning, sciences de données et ingénierie de données

**Plan de cours**

- Tensorflow dans le paysage des frameworks de machine learning: points forts, points faibles,...
- Les features clés de Tensorflow: exploration des fonctionnalités proposées par la librairie, illustrées par des exemples
- Keras, une interface à TensorFlow
- Pytorch
- La suite anaconda (Orange, glueViz, ...)
- Minitab, ...
- Apache Kafka
- ....

**Pré-requis**

Statistiques, Apprentissage automatique 1, apprentissage automatique 2

**Mots clés**

Tensorflow, Keras, APIs, apprentissage, ....