République Algérienne Démocratique et Populaire
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

ECOLE NATIONALE SUPÉRIEURE D'INFORMATIQUE

المدرسة الوطنية العليا للإعلام الآلي
(المعهد الوطني للتكوين في الإعلام الآلي سابقا)
Ecole nationale Supérieure d'Informatique
ex. INI (Institut National de formation en Informatique)

Second cycle

ooOoo

Programme 2ème année Ingénieur Systèmes Intelligents et Données

SECOND CYCLE (2ème année)

Tableau de répartition des enseignements : 2ème année (Semestre 3)

3- Semestre 3 : 2ième année du Second Cycle (2CS)

Unité d'Enseignement UE	Volume horaire semestriel (15 semaines)					Coef/crédits
	Cours	Travaux Dirigés	Travaux Pratiques	Autres	Total	
UE Fondamentale						
UEF2.1.1	**67h30**	**52h30**	**30h00**		**150h00**	**11**
Analyse et fouille de données	30h00	30h00			60h00	4
Mathématiques avancées pour la science de données	15h00	22h30			37h30	3
Machine Learning	22h30		30h00		52h30	4
UEF2.1.2	**22h30**	**30h00**			**52h30**	**3**
Complexité et résolution de problème	22h30	30h00			52h30	3
UE Méthodologie						
UEM2.1.1	**52h30**	**30h00**	**30h00**		**112h30**	**6**
SGBD et Bases de données avancées	30h00	30h00			60h00	3
Calcul intensif	22h30		30h00		52h30	3
UEM2.1.2				**30h00**	**30h00**	**2**
Stage pratique en entreprise				30h00	30h00	2
UE Transversale						
UET2.1	**45h00**		**60h00**		**105h00**	**8**
Unité d'Enseignements optionnelles*	45h00		60h00		105h30	8
Total Semestre S3	**202h30**	**120h00**	**120h00**	**30h00**	**450h00**	**30**

(*) Les matières composant cette UE sont à choisir parmi les matières proposées par l'établissement semestriellement et à hauteur de 8 crédits au total

4- Semestre 4 : 2ième année du Second Cycle (2CS)

Unité d'Enseignement UE	Volume horaire semestriel (15 semaines)					Coefficients
	Cours	Travaux Dirigés	Travaux Pratiques	Autres	Total	
UE Fondamentale						
UEF2.2.1	**45h00**	**22h30**	**22h30**		**90h00**	**6**
Représentation des connaissances et raisonnement	22h30	22h30			45h00	3
Traitement automatique du langage naturel	22h30		22h30		45h00	3
UEF2.2.2	**52h30**	**30h00**	**22h30**		**105h**	**6**
Processus, Modèles et Simulation Stochastiques	30h00	30h00			60h00	3
Techniques d'optimisation et Intelligence Artificielle	22h30		22h30		45h00	3
UE Méthodologie						
UEM2.2.1	**45h00**	**30h00**	**22h30**		**97h30**	**6**
Informatique répartie et Intelligence Artificielle distribuée	22h30	30h00			52h30	3
Business Intelligence	22h30		22h30		45h00	3
UEM2.2.2				**60h00**	**60h00**	**4**
Projet de spécialité				60h00	60h00	4
UE Transversale						
UET2.2	**45h00**		**60h00**		**105h00**	**8**
Unité d'Enseignements optionnelles*	45h00		60h00		105h00	8
Total Semestre S4	**180h00**	**82h30**	**127h30**	**60h00**	**457h30**	**30**

(*) Les matières composant cette UE sont à choisir parmi les matières proposées par l'établissement semestriellement et à hauteur de 8 crédits au total

Programme détaillé de la 2iéme année du second cycle

2ièmeannée (2 CS) – Semestre 3

UEF2.1.1– Analyse et Fouille de données

Code UE	Intitulé module	Coefficients/Crédits
UEF2.1.1	Analyse et Fouille de données	4

Volumes horaires		
Cours	TD / TP	TOTAL
30	30	60

Semestre :	3

Pré-requis	– Statistiques et probabilités, Algèbre linéaire, Calcul numérique.

OBJECTIFS :

- Présenter des techniques de descriptions multidimensionnelles (réduction, visualisation, clustering,...), de modélisation statistique(régression, classification)
- Introduire la théorie de l'apprentissage utilisée en data mining nécessaire dans des champs d'applications très divers : industriels, marketing.... Le but est de ressortir l'information pertinente contenue dans une masse importante de données.
- A l'issue de ce cours, les étudiants seront capables d'utiliser les outils adéquats pour traiter les données et interpréter les résultats des différentes mesures qu'ils rencontreront dans l'exercice de leur métier.

CONTENU DU MODULE :

I. Rappels

Algèbre linéaire, statistique descriptive, dérivation matricielle et optimisation de fonctions.

II. Introduction au data mining

1. Définition
2. Processus du data mining

III. Méthodes factorielles (Description, Réduction, Visualisation et Interprétation des données)

1. Analyse en composantes principales.
2. Analyse factorielle des correspondances
3. Analyse factorielle des correspondances multiples.

IV. Fouille de données : Classification supervisée et non supervisée

1. Classification et Classement (Prédiction) de données
   - **a.** Introduction du principe d'apprentissage statistique
   - **b.** Analyse discriminante factorielle.
   - **c.** Classification automatique.
2. Modélisation et prévision
   - **a.** Régression simple et multiple.
   - **b.** ANOVA à 1 facteur et à 2 facteurs

TRAVAIL PERSONNEL

- TD pour permettre à l'étudiant de manipuler les outils de l'analyse de données.
- TPs sur des data sets et sur des données réels tels que (le PV de délibération des étudiants) en utilisant des logiciels appropriés notamment R.

CONTROLE DE CONNAISSANCES

- Contrôle continu

BIBLIOGRAPHIE

- L. Bellange. " Exploration de Données et Méthodes Statistiques Data Analysis & Data Mining avec le Logiciel R". Broché – 25 février 2014.
- G. Broc et Benjamin Caumeil. "Analyse de données", Deboeck Supérieur, 2018
- R. O. Duda, P.E. Hart, D.G. Stork, « Pattern classification », 2nd edition, Wiley and sons, 2001.
- T. Hastie, R. Tibshirani, J. Friedman, «The elements of statistical learning. Data mining, inference and prediction », Springer, 2001.
- R. A. .Johnson, D. W.Wichern. Applied multivariate statistical analysis (Vol. 5, No. 8). Upper Saddle River, NJ: Prentice hall, 2002.
- L. Lebart, A. Morineau, M. Piron, « Statistique exploratoire multidimensionnelle », Dunod, 2006.
- W. McKinney. "|Analyse de données avec Python - Optimiser la préparation des données avec Pandas, Numpy, Jupyter et IPython" collection O'Reilly. 2021
- G. Saporta, « Probabilites Analyse des Données et Statistique », 3ème édition, Technip, 2011.
- Ressources en ligne : http://www.math.univ-toulouse.fr/~besse/enseignement.html.

UEF2.1.1– Mathématique avancée pour la science des données

Code UEF	Intitulé module	Coef/Crédits
UEF2.1.1	**Mathématiques avancées pour la science de données**	3

Volumes horaires		
Cours	**TD / TP**	**TOTAL**
15	**22h30**	**37h30**

Semestre :	**S3**

Pré-requis	- Algèbre linéaire - Analyse mathématique. - Analyse numérique

OBJECTIFS : Le but de ce cours est la présentation de quelques fondements théoriques mathématiques pour la Data sciences et ainsi de quelques algorithmes itératifs associés. Les concepts mathématiques abordés sont essentiels pour résoudre des problèmes d'optimalités dans des algorithmes importants du machine learning tels que les réseaux de neurones, SVM,…..
La compétence d'apprentissage principal visée par ce cours, est d'offrir aux étudiants la capacité de décider quel algorithme itératives choisir pour certains problèmes de data sciences.

CONTENU DU MODULE :

1. Introduction
2. Eléments d'analyse fonctionnelle et convexe
   - Espaces de Hilbert et espace dual
   - Ensemble et fonctions convexes.
3. Optimisation
   - Généralités
   - Cas convexe
   - Cas non convexe
4. Méthodes déterministes pour l'optimisation
   - Méthodes du gradient
   - Méthode Quasi Newton
   - Méthodes proximal
5. Méthodes stochastiques pour l'optimisation
   - Méthodes du gradient stochastiques
   - Méthodes stochastiques à variance réduite
6. Exemples d'applications en apprentissage automatique

TRAVAIL PERSONNEL

CONTROLE DE CONNAISSANCES

1. 2 Examens

BIBLIOGRAPHIE

1. S. Boyd and L. Vandenberghe. Convex optimization. Cambridge University Press, 2004.
2. Dan Simovici. 2018. Mathematical Analysis for Machine Learning and Data Mining. World Scientific Publishing Co., Inc., USA.
3. Borwein, J.M. & Lewis, A.S. (2006). *Convex Analysis and Nonlinear Optimization: Theory and Examples.* Springer.

UEF2.1.1– Machine Learning

Code UE	Intitulé module	Coefficients/Crédits
UEF2.1.1	Machine Learning	4

Volumes horaires		
Cours	TD / TP	TOTAL
22.50	30	52.5

Semestre :	3

Pré-requis	– Statistiques et probabilités, Algèbre linéaire, Calcul numérique, Algorithmique.

OBJECTIFS :

- Découvrir les Data Sciences
- Comprendre les outils d'analyse des données du data science pour résoudre des problèmes pratiques d'intelligence artificielle.

CONTENU DU MODULE :

Chapitre1 *: Introduction au ML*

- Définition
- Les types d'apprentissage (supervisé, non supervisé, semi supervisé, par renforcement)
- Les Problèmes de machine learning

Chapitre 2 *; Apprentissage supervisé*

- Régression logistique
- Naive Bayes
- Arbre de décision et Random Forest
- Support Vector Machine (SVM)
- Réseaux de neurones

Chapitre 3 *: Apprentissage non supervisé*

1. *Clustering :*

- Algorithme par partitionnement (Kmeans (rappel), PAM, Clara,...)
- DBSCAN (basée densité),…….

2- Sélection d'attributs

- Approche filtre
- Approche enveloppante.

3- Règles d'association

- Apriori
- Fp-Growth

Chapitre 4 *: Apprentissage par renforcement (AR)*

TRAVAIL PERSONNEL

- Des TPs sont prévus pour maitriser les différents algorithmes vus en cours sur les logiciels R et Python

- Projet : Un travail est affecté à un binôme ou groupe d'étudiants sur une thématique avancée de ML à faire sur des datasets spécifiques.

CONTROLE DE CONNAISSANCES

- Contrôle continu
  - Examen final

BIBLIOGRAPHIE

Stuart Russell and Peter Norvig. Artificial Intelligence: A Modern Approach (Pearson Series in Artifical Intelligence). 4th Edition, 2021.

Marc Peter Deisenroth Mathematics for Machine Learning 1st Edition. 2020. Cambridge press.

Richard Sutton. Reinforcement Learning, second edition: An Introduction. Relié – 13 novembre 2018.

Charu C. Aggarwal, Jiawei Han. "Frequent Pattern Mining". 2014, Springer

Tom M.Mitchell : "Machine Learning", 1997.

Christopher M. Bishop. "Pattern Recognition and Machine Learning". 2006, Springer

UEF2.1.2– Complexité et résolution de Problème

Code UE	Intitulé module	Coefficients/Crédits
UEF2.1.2	Complexité et Résolution de problèmes	3

Volumes horaires		
Cours	TD / TP	TOTAL
22.50	30	52.50

Semestre :	3

Pré-requis	Algorithmique et structures de données, Théorie de graphes, Théorie des langages.

OBJECTIFS :

- Maitriser les aspects théoriques et pratiques liés à la complexité et la résolution de problèmes.
- Introduire le domaine de l'intelligence artificielle

CONTENU DU MODULE :

I. *Introduction à L'IA*

Historique, définition

II. *Complexité des Problèmes*

1. Modélisation des problèmes
2. Modélisation des traitements
3. Les classes P et NP
4. Réductions polynomiales
5. NP-Complétude

III. *Résolution de problèmes par exploration d'espace de recherche*

1. Résolution de problèmes par décompositions
   - Diviser pour Régner
   - Programmation dynamique
2. Recherches exhaustives
   - Backtracking (Depth First Search)
   - Cas des espaces infinis (Breadth First Search)
3. Application aux problèmes de jeux
   - MinMax
   - Elagage Alpha/Bêta
   - Exemple du jeux d'échec, ...
4. Recherches guidées
   - Notions d'heuristiques
   - Recherche d'états-solution
     - DFS avec fonction d'estimation
     - Best First Search
     - Beam Search
   - Recherche de chemins-solution
     - Branch & Bound (avec sous-estimation / programmation dynamique)
     - Algorithmes de type A*

IV. *Problèmes de satisfaction de contraintes*

1. Description des CSP
2. Exploration par backtracking
3. « Forward checking »
4. Cohérence des arcs

Gestion de contraintes spécifiques

TRAVAIL PERSONNEL
– Lecture d'articles scientifiques – Expérimentation de logiciels pédagogiques ou de démonstration

CONTROLE DE CONNAISSANCES
– Contrôle continu

BIBLIOGRAPHIE

- Stuart Russell and Peter Norvig, "Artificial Intelligence: A Modern Approach", Prentice Hall 4Th Edition, 2020.
- Winston, P.H.,. "Artificial Intelligence", Addison Wesley; Third Edition, 1992.
- Luger, G. F., "Artificial Intelligence - Structures and Strategies for Complex Problem Solving", Addison Wesley, 6th Edition, 2009.
- Poole, D., Mackworth, A, "Artificial Intelligence - Foundations of Computational Agents", Cambridge University Press, Second Edition, 2017.
- Nilsson, N. J, "Artificial Intelligence - A New Synthesis", Morgan Kaufmann, 1998.
- Sanjeev Arora and Boaz Barak, " Computational Complexity: A Modern Approach", Cambridge University Press, 2006.
- Ingo Wegener and R.Pruim, "Complexity Theory: Exploring the Limits of Efficient Algorithms", Springer, 2005.

UEM2.1.1– SGBD et Bases de Données Avancées

Code UE	Intitulé module	Coefficients/Crédits
UEM2.1.1	SGBD et Bases de Données Avancées	3

Volumes horaires		
Cours	TD / TP	TOTAL
30	30	60

Semestre :	3

Pré-requis	- Algorithmique et structures de données - Bases de données

OBJECTIFS :

Le cours bases de données avancées permet l'introduction de concepts avancés du domaine des bases de données. Ce cours permet à l'étudiant d'approfondir ses connaissances des bases de données relationnelles et d'en acquérir de nouvelles sur d'autres types de données et de traitements de ces données notamment le décisionnel et les données semi-structurées.

A l'issue du cours, l'étudiant sera en mesure de :

1. Maîtriser les concepts avancés de la programmation SQL
2. Comprendre l'architecture d'un SGBD relationnel
3. Concevoir et implémenter des BDD multidimensionnelles.
4. Concevoir et manipuler les données semi structurées de type XML
5. Avoir une connaissance sur les différents types de bases de données existantes.

CONTENU :

- **Architecture des SGBD Relationnels (1h30)**
  - Vue d'ensemble de l'architecture des SGBD
  - Traduction et optimisation des requêtes
  - Accès concurrents et gestion des transactions
  - Structures de stockage et d'indexation des données
- **Programmation SQL Avancée (4h30)**
  - Fondements du SQL programming
  - Les Triggers
  - Les fonctions et procédures stockées
  - Traitement et gestion des erreurs
- **Le modèle Objet-Relationnel (3h)**
  - Présentation du modèle Objet
  - Présentation du modèle Relationnel-Objet

- Concepts du modèle RO (types complexes, héritage…)
- Interrogation des BDD Relationnelles-Objet (SQL3)

- **Les entrepôts de données (DATAWAREHOUSE) (9h)**
  - Présentation de la Business Intelligence (BI) : Concepts, Architecture et plateformes ;
  - Modélisation multidimensionnelle des données ;
  - Démarches de construction des entrepôts de données ;
  - Création et manipulation des entrepôts de données avec les langages SQL et MDX ;
- **Les bases de données semi structurées (9h)**
  - Présentation du langage XML
  - Structure des documents XML(XML Schema& DTD)
  - Construction et manipulation des documents XML (Parsing, Xlink, XPointer, DOM et SAX)
  - Interrogation des documents XML (Langage XPath et XQuery)
  - Systèmes natifs de gestion des bases de données XML
- **Bases de données avancées (3h)**
  - BDD Réparties
  - BDD Géographiques et multimédias
  - Nouvelle tendance des données (L'anti-Relationnel)

CONTROLE DE CONNAISSANCES
Examen écrit sur le cours Contrôle continu des TD

BIBLIOGRAPHIE

- A. Meier. Introduction pratique aux bases de données relationnelles (Deuxième édition)
- C.Imhoff, J.G. Geiger, N.Galemmo. Mastering DataWarehouse Design Relational and Dimensional Techniques
- S.KorthSudarshan. Database System Concepts, Fourth Edition
- Gunderloy, Mike etSneath, Tim. SQL Server Developer's Guide to OLAP With Analysis Services. Sybex, 2001. Cet ouvrage constitue une référence sur la programmation OLAP avec SQL Server 2000.

UEM2.1.1–Calcul Intensif

Code UE	Intitulé module	Coefficients/Crédits
UEM2.1.1	Calcul Intensif	3

Volumes horaires		
Cours	TD / TP	TOTAL
22.50	30	52.50

Semestre :	3

Pré-requis	– Architectures Evoluées des Ordinateurs - Programmation Orientée Objet - Système d'exploitation I - Système d'exploitation II.

OBJECTIFS :

- Identifier les différentes architectures du HPC (MultiCoeurs, Cluster, Grilles et GPU).
- Lister les différentes applications du HPC
- Optimiser les programmes pour tirer avantage des caractéristiques de l'architecture des processeurs.
- Concevoir, Implémenter et analyser des programmes parallèles avec mémoire partagée en utilisant OpenMP.
- Concevoir, Implémenter et analyser des programmes parallèles avec mémoire distribuée en utilisant MPI.
- Implémenter des programmes parallèles sur les GPUs en utilisant CUDA.

CONTENU DU MODULE :

2. *Introduction au Calcul Haute Performance (~6h)*
   1. Motivation et Introduction aux architectures parallèles (MultiCoeurs, Cluster, Grilles et GPU).
   2. Différentes applications du HPC (Simulation scientifique, Economie, Ingénierie, Recherche Opérationnelle).
   3. Modèles de machines parallèles, classifications de Flynn et Raina.
   4. Modèle de programmation parallèle et distribuée (parallélisme de tâches, parallélisme de données, niveau du parallélisme, communication par messages).
   5. Problèmes fondamentaux de la programmation parallèle distribuée (partitionnement de tâches/données, régulation de charge, Ordonnancement, tolérance aux pannes, mesure de performance, présentation des lois d'Amdahl et de Gustafson).
3. *Programmation Parallèles pour architecture à Mémoires Partagées. (~6h)*
   1. Programmation parallèle avec les POSIX Threads du langage C (PThreads)TP (~3h) sur l'introduction au PThreads.
   2. Programmation parallèle avec les threads JAVA.TP (~3h) sur l'introduction au Threads JAVA.
   3. Programmation parallèle avec OpenMP.
4. *Programmation Parallèles pour architecture à Mémoire Distribuée (~4h)*
   1. Programmation parallèle avec les POSIX Threads du langage C (PThreads)TP (~3h) : Introduction au PThreads.
   2. Programmation parallèle avec les threads JAVA.TP (~3h) : Introduction au Threads JAVA.
   3. Programmation parallèle avec OpenMP.TP (~3h) : Introduction à OpenMP.
5. *Programmation Parallèle pour architectures GPU (Graphical Processor Unit) (~8h)*
   1. Introduction, historique et architecture des GPU.
   2. Modèles de mémoires (Globale, Locale, partagées).TD (~2h) : Etude de l'architecture

GPU.

3. Programmation des GPU avec OpenCL.TP (~3h) : Introduction à OpenCL.
4. Programmation des GPU avec CUDA.TP (~3h) : Introduction à CUDA.

TRAVAIL PERSONNEL

- Projet Programmation Parallèle ~ 30 heures

CONTROLE DE CONNAISSANCES

- Contrôle continu

BIBLIOGRAPHIE

- P. Pacheco, “An Introduction to Parallel Programming”, Morgan Kauffman, 2011
- G. Hager and G. Wellein, “Introduction to High Performance Computing for Scientists and Engineers”, Chapman & Hall
- A. Grama, G. Karypis, V. Kumar, and A. Gupta, “Introduction to Parallel Computing”, Addison-Wesley, 2003
- C. Lin, L. Snyder, “Principles of Parallel Programming”, Addison-Wesley, 2008
- G. S. Almasi et A. Gottlieb. Benjamin Cummings Highly Parallel Computing - Second edition,.
- K. Hwang. McGraw-Hill.Advanced Computer Architecture: Parallelism, Scalability, Programmability,
- I. Foster. Designing and Building Parallel Programs, Addison-Wesley, http://www.mcs.anl.gov/dbpp/.
- H. S. Morse.Practical Parallel Computing, AP Professional.
- M. Cosnard et D. Trystram. Algorithmes et Architectures Parallèles, Inter Éditions.
- CPU Info Center, http ://infopad.eecs.berkeley.edu/CIC/.
- Journal of Parallel and Distributed Computing

UEM 2.1.2– Stage pratique en entreprise

Code UE	Intitulé module	Coefficients/Crédits	
UEM2.1.2	Stage pratique en entreprise	2	
Volumes horaires			30h

Semestre :	3

OBJECTIF DU STAGE :

- Immersion en milieu professionnel
- Etudier et analyser un problème réel en milieu professionnel voire proposer des scénarios d'amélioration

DEROULEMENT :

I. Prospection des stages

- Par les étudiants : Encourager les étudiants à prendre un stage le plus de chez eux. Les aider dans cette phase de recherche (courrier officiel fourni pour ceux qui sont intéressés, liste d'entreprise dans leur région)
- Par la DREFC : Exploiter le réseau de relations de l'Ecole (anciens, partenaires, ..) pour préparer une offre de stages tenant compte de la diversité des besoins en formation

II. Validation du stage

- Les stages proposés feront l'objet d'une validation par une commission ad hoc.

I. Affectation des stages

- Les étudiants doivent avoir choisi leur sujet au plus tard le 30 mai.
- Une convention de stages est délivrée à chaque stagiaire

II. Evaluation du stage

- L'étudiant doit remettre un rapport de stage (20 pages) conformément au modèle normalisé communiqué sur le site de l'ESI+ Fiche d'évaluation confidentielle dûment signé par le représentant de l'entreprise avant le 15 septembre.
- Une présentation de 20 mn par les stagiaires est prévue avant les délibérations de Septembre.

Programme détaillé de la 2ième année du second cycle

- Semestre 4-

UEF2.2.1– Représentation des Connaissances et Raisonnement

Code UE	Intitulé module	Coefficients/Crédits
UEF2.2.1	KR – Représentation des Connaissances et Raisonnement	3

Volumes horaires		
Cours	TD / TP	TOTAL
22.50	22.50	45

Semestre :	4

Pré-requis	– Logique mathématique – Probabilités – Complexité et résolution de problème – Recherche opérationnelle

OBJECTIFS :.

L'objectif de ce cours est de donner aux étudiants une vue d'ensemble du domaine de l'intelligence artificielle symbolique. Les étudiants étudieront les principales idées et techniques de résolution de problèmes d'IA, de représentation des connaissances (certaines et incertaines) et de planification.

CONTENU DU MODULE :

I. *Inférence logique*

1. Rappels : logique propositionnelle et logique des prédicats du 1er ordre
2. Systèmes formels
3. Chaînage avant/arrière
4. Unification et Résolution
5. Démonstration automatique de théorèmes
6. Programmation logique

II. *Réseaux sémantiques*

1. Graphes conceptuels
2. Logiques de description
3. Ontologies

III. *Prises en compte de l'incertain*

1. Logiques non-monotones
2. Représentation de l'incertain
3. Raisonnements incertains (théorie des probabilités, théorie des possibilités)
4. Les réseaux bayésiens
5. Prise de décisions dans un contexte incertain

IV. *Planification*

1. Planification vs recherche
2. Opérateurs STRIPS
3. Planification d'ordre partiel
4. Planification dans le monde réel
5. Planification conditionnelle
6. Replanification

TRAVAIL PERSONNEL

– TPs

CONTROLE DE CONNAISSANCES
– Contrôle continu (CC) : ✓ QCM en fin de chapitre **(10%)** ✓ Evaluation des Tps **(10%)** – Contrôle intermédiaire (CI) : **(35%)** – Contrôle final (CF) : **(45%)**

BIBLIOGRAPHIE

- G Aldo Antonelli. “Handbook of logic in artificial intelligence and logic programming, Volume 3, Nonmonotonic reasoning and uncertain reasoning, edited by Gabbay Dov M., Hogger C. J., and Robinson J. A., with Nute D., Oxford university Press 1994, doi : 10.2307/420980.
- S Muggleton & L. De Raedt. Inductive logic programming: Theory and methods. Journal of Logic Programming, 1994, 19, 629-679.
- J. F. Sowa, Principles of Semantic Networks, Explorations in the Representation of Knowledge, A volume in The Morgan Kaufmann Series in Representation and Reasoning, Book, 1991.
- J Zalaket, Planification complexe en IA, La Planification en Intelligence Artificielle: concepts avancés, Editions universitaires européennes, 2011.

UEF2.2.1–Traitement automatique du langage naturel

Code UE	Intitulé module	Coefficients/Crédits
UEF2.2.1	Traitement automatique du langage naturel	3

Volumes horaires		
Cours	TD / TP	TOTAL
22.50	22.50	45

Semestre :	4

Pré-requis	– Théorie des langages de programmation et applications (THP) – Probabilités et statistiques – Algèbre et analyse – Logique des prédicats du premier ordre – Apprentissage automatique – Programmation (surtout en Python et Java)

OBJECTIFS :

- Appliquer des notions mathématiques apprises au long du cursus sur des problèmes réels de la langue
- Apprendre quelques notions linguistiques et un peu de philosophie (représentation de connaissance)
- Découvrir quelques outils et ressources du TALN, et programmer des solutions simples à quelques problèmes
- Appliquer les concepts vus en THP sur différentes langues (langages naturels)

CONTENU DU MODULE :

I. *Introduction*

1. Histoire
2. Niveaux de traitement d'une langue (phonologie, morphologie, syntaxe, sémantique)
3. Applications du TALN
4. Défis du TALN

PARTIE 1. MORPHOLOGIE ET LEXIQUE

II. *Traitements basiques du texte*

1. Caractères (Les expressions régulières, Distance d'édition)
2. Segmentation du texte
3. Normalisation et filtrage du texte
4. Morphologie(Formation des mots, Réduction des formes)

PARTIE 2. Syntaxe

III. *Modèles de langues*

1. Modèles NGram
2. Modèles neuronaux
3. Évaluation des modèles (Perplexité)

IV. *Étiquetage morphosyntaxique*

6. Etiquetage des séquences
7. Description de la tâche
8. Approches (Markov, Entropy, Réseaux de neurones)

V. *Analyse syntaxique*

1. Structures syntaxiques (constituante, fonctionnelle)
2. Analyse des constituants (Algorithme CKY)

3. Analyse des dépendances (transition, graphe)

PARTIE 3. Sémantique

VI. *Sémantique lexicale*

2. Bases de données lexicales (Wordnet)
3. Représentation vectorielle des mots (TF-IDF, Mot-Mot, LSA)
4. Word embedding (word2vec, GloVe, BERT, etc.)
5. Désambiguïsation lexicale (bases lexicales, apprentissage automatique)

VII. *Sémantique de phrase*

1. Rôles sémantiques (Rôles, FrameNet, PropBank)
2. Étiquetage de rôles sémantiques (caractéristiques, réseaux de neurones)
3. Représentation sémantique des phrases (Logique du premier ordre, Graphes (AMR))

PARTIE 4. ÉNONCIATION ET PRAGMATIQUE

VIII. *Détection de la coréférence*

7. Références (Formes, manière et propriétés)
8. Résolution des coréférences (Détection de mention, liaison)
9. Tâches connexes (Annotation sémantique, Reconnaissance des entités nommées)

IX. *Cohérence du discours*

4. Relations du discours (RST, PDTB)
5. Analyse basée sur la structure du discours (RST, PDTB)
6. Analyse basée sur l'entité du discours (Centeringtheory, EntityGrid Model)

PARTIE 5. QUELQUES APPLICATIONS

X. *Quelques applications*

7. Transformation (Traduction automatique de textes, Résumé automatique de textes)
8. Interaction (Questions/Réponses, Systèmes de dialogue)
9. Classification (Analyse des sentiments, Lisibilité)
10. Parole (Reconnaissance, Synthèse)

TRAVAIL PERSONNEL

–

CONTROLE DE CONNAISSANCES

- Contrôle continu

BIBLIOGRAPHIE

- Aries, A. (2020)Vers une amélioration des résumés automatiques de textes. Thèse de doctorat, ESI.
- Black, A. W. and D. Mortensen (2020) Natural language processing. Présentations: Spring 2020.
- Booth, J. D. (2018)Natural Language Processing Succinctly. Syncfusion, Inc.
- Eisenstein, J. (2019)Introduction to Natural Language Processing. Adaptive Computation and Machine Learning series. MIT Press.
- Indurkhya, N. and F. J. Damerau, eds. (2010) Handbook of Natural Language Processing. 2nd edition. Chapman and Hall/CRC.
- Jurafsky, D. and J. H. Martin (2019) Speech and Language Processing. https://web.stanford.edu/~jurafsky/slp3/
- Manning, C. and M. Lamm (2020)Cs224n : Natural language processing with deep learning.

Présentations : Winter 2020.

- Mooney, R. J. (2018)Cs 388 : Natural language processing. Présentations : Spring 2018.
- Smith, N. (2020)Natural language processing (cse 517). Présentations : Winter 2020.
- Tellier, I. (2008)Introduction au TALN et à l'ingénierie linguistique. Université de Lille3.

UEF2.2.2– Processus, Modèles et Simulation Stochastiques

Code UE	Intitulé module	Coefficients/Crédits
UEF2.2.2	Modèle Stochastique et Simulation	3

Volumes horaires		
Cours	TD / TP	TOTAL
30	30	60

Semestre :	4

Pré-requis	– Notions de base de probabilités et statistiques,

OBJECTIFS :

Ce module se compose de deux grandes parties : Les processus aléatoires markoviens et la simulation.

Chacune des parties contiendra des modèles d'application qui sont importants dans la pratique tels que : les marches aléatoires, les modèles de files d'attente, les chaines de Markov cachées, les réseaux bayésiens etc…

CONTENU DU MODULE :

1. Partie 1
   - a. Chaines de Markov
     - i. Classification des états
     - ii. Chaines de Markov absorbantes
     - iii. Chaines de Markov réversibles
     - iv. Théorèmes ergodique
     - v. Application : Marches aléatoires
       1. Marche aléatoire sur Z et Z^d
       2. Comportement asymptotique
       3. Marches aléatoires symétriques
       4. Algorithme PageRank
   - b. Processus de Poisson
   - c. Processus de naissance et de mort
     - i. Application : Modèles de files d'attente
       1. Modèles Markoviens : Systèmes ouvert et fermé
       2. Modèle M/M/1
       3. Modèle M/M/s
       4. Modèles M/M/S/L, M/M/S/S et M/M/∞
2. Partie 2
   - a. Simulation
     - i. Générateurs des nombres aléatoires
     - ii. Génération des variables aléatoires discrètes et continues suivant différentes lois
     - iii. Méthode de rejet
     - iv. Estimation d'une intégrale par la méthode de Monté Carlo
     - v. Échantillonnage préférentiel (Importance sampling)
     - vi. Techniques de réduction de la variance
   - b. Méthodes MCMC
     - i. Echantillonneur de Gibbs
     - ii. Echantillonneur de MH
   - c. Optimisation
     - i. Algorithme recuit simulé
     - ii. Algorithme EM et Monte Carlo EM, Modèles de mélanges gaussien
   - d. Chaines de Markov cachées HMM
     - i. Inférence en HMM
     - ii. Méthodes Forward- Backward, algorithme de Viterbi, Algorithme de BaumWelch
   - e. Réseaux bayésiens
   - f. Simulation des Processus ponctuels spatiaux
     - i. Processus ponctuel de Poisson (PPP)
     - ii. Processus de Poisson à noyau dur (PHCP)

iii. Processus de Poisson par grappes
TRAVAIL PERSONNEL
TD et TP proposés, sur Python, R, Matlab, Scilab ou autre. -

CONTROLE DE CONNAISSANCES
Examen écrit et TP

BIBLIOGRAPHIE

- Geoffrey Grimmett, David Stirzaker, et al. Probability and random processes. Oxford university press, 2001.
. Delmas, J. F., & Jourdain, B. (2006). Modèles aléatoires, volume 57 of Mathématiques & Applications (Berlin) [Mathematics & Applications].
. Pierre Brémaud. Initiation aux Probabilités : et aux chaînes de Markov. Springer Science & Business Media, 2009
- Lefebvre, M. (2007). Applied stochastic processes. Springer Science & Business Media.
- Del Moral, P., Vergé,C. (2014) Modèles et méthodes stochastiques : Une introduction avec applications (vol. 75) Springer Science & Business Media.
- Robert, C. P. (2004). Casella : Monte Carlo Statistical Methods. Springer verlag, New York, 3.
- Robert, C. P., Casella, G., & Casella, G. (2010). Introducing Monte Carlo methods with r (Vol. 18). New York : Springer.
- Dagpunar, J. S. (2007). Simulation and Monte Carlo : With applications in finance and MCMC. John Wiley & Sons.
- Rubinstein, R. Y.,& Kroese, D. P. (2016). Simulation and the Monte Carlo method (Vol. 10). John Wiley & Sons.
Diaconis, P. (2009). The Markov chain Monte Carlo revolution. Bulletin of the American Mathematical Society, 46(2), 179-205.
- Purnamrita Sarkar and Andrew W Moore. Random walks in social networks and their applications : a survey. In Social Network Data Analytics, pages 43–77. Springer, 2011
- Naïm, P., Wuillemin, P. H., Leray, P., Pourret, O., & Becker, A. (2011). Réseaux bayésiens. Editions Eyrolles.
- Ruegg, A. (1989). Processus stochastiques: avec applications aux phénomènes d'attente et de fiabilité (Vol. 6). PPUR presses polytechniques.
- Sakarovitch, M. (1977). Techniques mathématiques de la recherche opérationnelle.

ENSIMAG

UEF2.2.2– Techniques d'optimisation et Intelligence Artificielle

Code UE	Intitulé module	Coefficients/Crédits
UEF2.2.2	Techniques d'optimisation et Intelligence Artificielle	3

Volumes horaires		
Cours	TD / TP	TOTAL
22.5	22.5	45

Pré-requis	Recherche opérationnelle ; Théorie des graphes ; Analyse matricielle ; TPGO

Semestre :	**4**

OBJECTIFS :

- Etudier les méthodes de résolution des problèmes d'optimisation combinatoire en allant des méthodes simples aux techniques avancées utilisant le machine Learning, en passant par les méthodes parallèles et hybrides
- Montrer l'applicabilité effective des méthodes présentées à des problèmes pratiques. Se rendre compte des limites de chaque famille de méthodes d'optimisation et de leur dépendance des différents paramètres en entrée, d'où la nécessité de proposer de nouveaux paradigmes (méthodes hybrides, parallèles, hyper-heuristiques, apprentissage automatique)

CONTENU DU MODULE :

I. *Introductionà l'optimisation combinatoire*

1. Problèmes d'optimisation combinatoire
2. Classification des problèmes d'optimisation (selon leur complexité)
3. Quelques problèmes NP-difficiles
4. Problèmes de tournée (PVC , Ordonnancement, tournée de véhicules)
5. Problèmes d'affectation (Max-Sat, Sac à Dos, Bin Packing, coloration)

II. *Méthodes Incomplètes. Avantages et limites*

1. Limites des méthodes complètes (taille des instances)
2. Méthodes approximatives (incomplètes)
3. Heuristiques spécifique
4. Métaheuristiques à une solution
5. Métaheuristiques à population
6. Limites des méthodes incomplètes (dépendance des paramètres et d'instances)

III. *Méthodes Hybrides et parallèles*

1. Introduction : Pourquoi les méthodes hybrides
2. Classification des Schémas d'hybridation
3. Quelques exemples de méthodes hybrides

IV. *Hyperheuristiques*

1. Introduction : Pourquoi les hyperheuristiques ?
2. Hyperheuristiques par génération
3. Hyperheuristiques par séparation
4. Hyperheuristiques avec apprentissage

V. *Optimisation et Apprentissage automatique*

1. Synergie entre l'optimisation et l'apprentissage automatique
2. Métaheuristiques avec Apprentissage automatique
3. Optimisation pour l'apprentissage automatique

VI. *Optimisation Multi-objectif*

1. Introduction : Pourquoi l'optimisation multi-objectif ?
2. Classification des méthodes d'optimisation multi-objectif
3. Quelques algorithmes MO connus (NSGA-II, SPEA)

VII. *Théorie des jeux*

1. Principe de la théorie des jeux
2. Théorie des jeux et l'optimisation MO

TRAVAIL PERSONNEL

Un projet sous forme de TP présentiel dont l'objectif est de développer une application permettant de résoudre des problèmes d'optimisation combinatoires difficiles. Celle-ci doit être flexible dans le sens où de nouvelles méthodes de résolution, et de nouveaux problèmes peuvent y être rajoutées au fur et à mesure. Un autre objectif non des moindres, est de montrer les limites des méthodes exactes, l'applicabilité effective des méthodes approchées à des problèmes réels difficiles et leur dépendance aux instances et paramètres utilisés, ainsi que l'impact des techniques d'intelligence artificielles telles que l'apprentissage automatique, pour améliorer les performances de ces méthodes

CONTROLE DE CONNAISSANCES

- Contrôle continu

BIBLIOGRAPHIE

- Gendreau, M., & Potvin, J. Y. (Eds.). (2010). *Handbook of metaheuristics* (Vol. 2, p. 9). New York: Springer.
- Talbi, E. G. (2009). *Metaheuristics: from design to implementation* (Vol. 74). John Wiley& Sons.
- Calvet, L., de Armas, J., Masip, D., & Juan, A. A. (2017). Learnheuristics: hybridizing metaheuristics with machine learning for optimization with dynamic inputs. *Open Mathematics*, *15*(1), 261-280.
- Birattari, M., &Kacprzyk, J. (2009). *Tuning metaheuristics: a machine learning perspective* (Vol. 197).
- Mirjalili, S., & Dong, J. S. (2020). *Multi-objective optimization using artificial intelligence techniques*. Springer.
- Hao, J. K., &Solnon, C. (2014). Méta-heuristiques et intelligence artificielle.
- Talbi, E. G. (2002). A taxonomy of hybrid metaheuristics. *Journal of heuristics*, *8*(5), 541-564.
- Rao, S. S. (1987). Game theory approach for multiobjective structural optimization. *Computers & Structures*, *25*(1), 119-127.
- Burke, E. K., Gendreau, M., Hyde, M., Kendall, G., Ochoa, G., Özcan, E., &Qu, R. (2013). Hyper-heuristics: A survey of the state of the art. *Journal of the Operational Research Society*, *64*(12), 1695-1724

UEM2.2.1–Informatique Répartie et Intelligence Artificielle distribuée

Code UE	Intitulé module	Coefficients/Crédits
UEM2.2.1	Informatique Répartie et Intelligence Artificielle distribuée	3

Volumes horaires		
Cours	TD / TP	TOTAL
22H50	30	52h50

Semestre :	4

Pré-requis	– Statistiques et probabilités, Algèbre linéaire, Calcul numérique. – Systèmes centralisés – Réseaux – Programmation POO

OBJECTIFS :

- Maîtriser les aspects distributions des systèmes
- Développer des systèmes distribués
- Aborder la résolution répartie des problèmes
- Aborder les outils de l'Intelligence Artificielle Répartie (IAD)
- Se familiariser avec les applications de l'IAD

CONTENU DU MODULE :

I. *Introduction aux systèmes répartis (SR)*

Algèbre linéaire, statistique descriptive, dérivation matricielle et optimisation de fonctions.

II. *Modèles d'organisation répartie*

- Modèle client –serveur
- Modèle code à la demande
- Modèle évaluation distante :
  - Appels de procédures et de méthodes à distance
  - Architectures Orientées Services et Micro-services
- Modèle agents mobiles

III. *Modèle de programmation répartie*

5. Sockets (TP)
6. RPC (TP)
7. Java RMI (TP)

IV. *Middlewares*

1. JRMI
2. CORBA
3. DCOM
4. Services Web (SOAP, REST)

V. *Intelligence Artificielle Distribuée (IAD)*

1. Résolution distribuée des problèmes
2. Prise de décision distribuée
3. Communication
4. Négociation

5. Planification
6. Apprentissage
7. Notion d'agent (TP : programmation d'un agent avec Java et JADE)
8. Systèmes multi-agents
   - FIPA
   - MASIF
9. Plateformes d'agents

TRAVAIL PERSONNEL

- Projet résolution distribuée de problèmes
- Projet systèmes multi-agents
- Projet programmation distribuée : DCOM/JRMI

CONTROLE DE CONNAISSANCES

- Contrôle continu

BIBLIOGRAPHIE

- A. Silberschatz, P. B. Galvin , G. GAGNE, « Principes des systèmesd'exploitation », 7e édition, Addison-Wesley, 2012
- S. Ghosh, « Distributed Systems: An Algorithmic Approach», hapman& Hall/CRC, 2007.
- A. S.Tanenbaum, M. V. Steen, « Distributed Systems Principles and Paradigms », (2nd Edition) Prentice Hall, 2006
- N. A. Lynch, « Distributed Algorithms », Morgan Kaufmann Publishers, 1996
- Jacques Ferber, Les Systèmes multi-agents : Vers une intelligence collective, InterEditions, 1995, 522 p. (ISBN 2-7296-0665-3)
- Michael Wooldridge, An Introduction to MultiAgent Systems, Wiley and Sons, 2002, 348 p. (ISBN 0-471-49691-X)
- Gerhard Weiss, Multiagent Systems, A Modern Approach to Distributed Artificial Intelligence, Cambridge (Mass.)/London, MIT Press, 1999

UEM2.2.1– Business Intelligence

Code UE	Intitulé module	Coefficients/Crédits
UEM2.2.1	Business Intelligence	3

Volumes horaires		
Cours	TD / TP	TOTAL
22h50	22h50	45

Semestre :	4

Pré-requis	– Base de données – Base de données avancée.

OBJECTIFS :

- Comprendre un système d'aide à la décision
- Concevoir un modèle de données multi-dimensionnel
- Créer un Datawarehouse
- Assimiler la notion de Business Intelligence et son architecture
- Comprendre les requêtes analytiques OLAP
- Se familiariser avec les outils d'analyse, de Reporting et ETL
- Développer des projets BI

CONTENU DU MODULE :

I. *Introduction aux systèmes décisionnels*
II. *Système d'Information d'Aide à la Décision*
III. *Conception et réalisation d'un Datawarehouse*
IV. *Modélisation Multi-Dimensionnelle*
V. *Le Langage MDX*
VI. *Intégration des données*
VII. *ETL*
VIII. *Applications BI*
IX. *Tableaux de bord*

TRAVAIL PERSONNEL

- TD sur les aspects théoriques
- Travaux pratiques : TP avec des outils OpenSource (Talend, Pentaho, Jasper, …)
- Projet final de conception d'un petit SIAD avec tableaux de bord.

CONTROLE DE CONNAISSANCES

- Contrôle continu

BIBLIOGRAPHIE

- L. Corr, J. Stagnitto. Agile Data Warehouse Design, Collaborative Dimensional Modeling, from Whiteboard to Star Schema, Decision 1 Press, 2013.
- R. Kimball, Laura Reeves, Margy Ross, Warrren Thornthwaite, «Le Data Warehouse, Guide de conduite de projet », Eyrolles, 2005.
- R. Kimball, M. Ross. The Data Warehouse Toolkit: The Definitive Guide to Dimensional Modeling, 3rd Edition, Wiley, 2008.

- R. Kimball, J. Caserta. The Data Warehouse ETL Toolkit: Pratical Techniques for Extracting, Cleaning, Conforming and Delivering Data, Wiley, 2004.
- Inmon W.H., “Building the Data Warehouse”, Wiley Computer Publishing2005.
- E. Turban, R. Sharda, D. Delen, D. King. Business Intelligence, Analytics and Data Science: A Managerial Perspective, 4th Edition, Pearson, 2018.

UEM2.2.2– Projet de Spécialité

Code UE	Intitulé module	Coefficients/Crédits
UEM2.2.2	Projet de Spécialité	4

Volumes horaires		
Cours	TD / TP	TOTAL
	60	60

Semestre :	4

Pré-requis	– Analyse de données, Machine learning – Algorithmiques, Complexité et résolution de problèmes

OBJECTIFS :

Mettre en application les connaissances et compétences acquises au cours de la formation, en termes de programmation, de conception et de développement de systèmes intelligents, d'analyse des données du monde réel, qui sont généralement très volumineux et peuvent consister en plusieurs bases de connaissances hétérogènes.

CONTENU DU MODULE :

Le projet est composé de deux parties :

- La première partie du projet s'inscrit dans un contexte pratique et pédagogique de résolution de problèmes combinatoires NP-difficiles y compris ceux du monde réel, en utilisant des techniques d'optimisation intelligente en passant par la partie exploration des données. Cette partie du projet permet de mettre en œuvre les techniques d'optimisation intelligentes, ainsi que l'analyse de données et le Big Data.
- La deuxième partie consiste à développer une approche de résolution basée sur le Machine Learning.

CONTROLE DE CONNAISSANCES

L'évaluation du projet reposera sur les critères suivants :

- Une note par séance validera les objectifs fixés pour chaque semaine.
- Une note pour chacun des deux livrables demandés.
- Une note pour l'exposé et la démonstration des solutions proposées et implémentées.

2ième année

Cours optionnels de la 2ième année du second cycle (*)

(*) La carte des cours optionnels sera enrichie au fur et à mesure

UET2– Image Numérique

Code UE	Intitulé module	Coefficients/Crédits
UET2.*	Image Numérique	4

Volumes horaires		
Cours	TD / TP	TOTAL
22h30	30	52h30

Semestre :	3 ou 4

Pré-requis	– Traitement d'images, ANAD.

OBJECTIFS :

Acquérir les bases essentielles de traitement et d'analyse des images numériques et de reconnaissance de formes. Appliquer les techniques graphiques utilisées dans les applications de réalité virtuelle et réalité augmentée

CONTENU DU MODULE :

I. *Traitement d'Images*
1. Définition de l'image, objectif du traitement d'images…
2. Numérisation et binarisation de l'image,
3. Formats d'images (bit-map, vectorisée)
4. Techniques de base en traitement d'images : (histogrammes, opérations ponctuelles…)
5. Prétraitement et filtrage des images
6. Segmentation (études des différentes approches : région, frontières..).
7. Notion du mouvement dans une séquence d'images.

II. *Reconnaissance des formes*
1. Introduction à la reconnaissance des formes : (définition et schéma d'un système de reconnaissance et ses applications-acquisition-prétraitement- Post-traitement).
2. Extraction de caractéristiques.
3. Classification (théorie de la décision bayesienne, les hyperplans, réseaux de neurones..).
4. Reconnaissance et interprétation

III. *Compression des images fixes*
1. Définition,
2. Méthodes de compression et décompression : avec et sans perte, compromis précision/espace/temps de calcul, normes.
3. Différents codages et quantifications.
4. JPEG standard et JPEG2000.
5. Transformations 2D et 3D -Rastérisations et Programmation GPU

TRAVAIL PERSONNEL

- Traitement d'images (numérisation, affichage d'histogrammes, binarisation, détection de contours, filtres médian, moyen, ...)
- Restauration d'images.
- Classification et reconnaissance (Reconnaissance de caractères isolés, analyse de documents complexes, reconnaissance de chiffres manuscrits isolés, …).
- Compression des images (Compression des images en utilisant la DCT, ACP, …)

CONTROLE DE CONNAISSANCES

- Contrôle continu

BIBLIOGRAPHIE

- R. O. Duda, P.E. Hart, D.G. Stork, « Pattern classification », 2nd edition, Wiley and sons, 2001.
- T. Hastie, R. Tibshirani, J. Friedman, «The elements of statistical learning. Data mining, inference and prediction », Springer, 2001.

- L. Lebart, A. Morineau, M. Piron, « Statistique exploratoire multidimensionnelle », Dunod, 2006.
- G. Saporta, « Probabilites Analyse des Données et Statistique », 3ème édition, Technip, 2011.
- Ressources en ligne : http://www.math.univ-toulouse.fr/~besse/enseignement.html.
- José M.Bernardo and Adrian F.M.Smith Bayesian Theory, John wiley, new york, NY, 1996
- Richard O.Duda, Peter E.Hart, David G.Stork Pattern classification first and second edition
- G. Dreyfus, et al, réseaux de neurones : méthodologies et applications. Ed. Eyrolles
- M. Crucianu, J.-P. Asselin de Beauville, R. Boné Méthodes factorielles pour l'analyse des données : méthodes linéaires et extensions non-linéaires. Ed. Hermès
- G. Saporta Probabilités, analyse des données et statistique. Ed. TECHNIP
- D.J. Hand, H. Mannila, P. Smyth Principles of Data Mining (Adaptive Computation and Machine Learning). Ed. Bradford Book
- BELAID Abdel, BELAID Yolande, "Reconnaissance des formes : Méthodes et applications". Inter Editions, 1992
- DUBUISSON Bernard, "Diagnostic et reconnaissance des formes". Hermes, 1990
- FU King-Sun, "Syntactic Methods in Pattern Recognition". Academic Press, 1974
- GAILLAT Gérard, "Méthodes statistiques de reconnaissance des formes". Publication ENSTA, 1983
- MICLET Laurent, "Méthodes structurelles pour la reconnaissance des formes". Eyrolles et CNET - ENST, 1984
- PAVLIDIS T., "Structural Pattern Recognition". Springer Verlag, 1982
- SIMON Jean-Claude, "La reconnaissance des formes par algorithmes". Masson, 1984
- WATANABE Satosi, "Knowing and Guessing". John Wiley, 1969
- DUDA Richard, HART Peter, "Pattern Classification and Scene Analysis". John Wiley & Sons, 1973
- Computer Graphics: Principles and Practice (2nd Ed.), J.D.Foley, A. van Dam, S.K. Feiner, J.F. Hughes, Addison-Wesley 1990, ISBN 0-201-12110-7

UET2– Traitement du Signal

Code UET	Intitulé module	Coefficients/Crédits
UET2.*	Traitement du Signal	4

Volumes horaires		
Cours	TD / TP	TOTAL
30	30	60

Semestre :	**3 ou 4**

Pré-requis	Programme de mathématiques

OBJECTIFS :

Ce module présente les bases de la théorie du traitement du signal. Il leur permettra d'acquérir les notions nécessaires à la maîtrise des algorithmes et architectures de traitement du signal et de l'image. Ces notions trouvent leurs applications dans des domaines aussi variés que les télécommunications, le multimédia, la robotique etc.

MOTS CLES :

Transformées de Fourier, Fonctions orthogonales, convolution, distributions, systèmes linéaires, systèmes discrets, signal, filtrage. Ondelettes.

CONTENU DU MODULE :

I. Espace des Signaux déterministes continus

1. Transformée de Fourier
2. Définition de la TF continue
3. Spectre d'un signal continu déterministe
4. Systèmes linéaires et invariants
5. Convolution
6. Corrélation
7. Echantillonnage et théorème de SHANNON
8. Reconstruction des signaux échantillonnés

II. Systèmes discrets

1. Transformée en Fourier discrète
2. Définition, algorithmes rapides de calcul de la DFT (FFT…)
3. Spectre des signaux périodiques et signaux réels
4. Echantillonnage
5. Transformée en Z
6. Transformée de Fourier discrète

III. Filtres

1. Filtrage d'un signal, principales familles de filtres, Fonction de transfert, convolution, stabilité.
2. Filtres RIF et filtres RII

IV. Transformée orthogonales

1. Transformation en cosinus discrète (DCT)

2. Transformation en ondelettes

V. Espace des signaux aléatoires

1. Filtrage d'un signal, aléatoire
2. Signal aléatoire discret
3. Analyse spectrale des signaux aléatoires

TRAVAIL PERSONNEL

- Numérisation, décomposition des signaux en séries de Fourier, échantillonnage et restitution du signal, Filtrages
- Compression des images par la DCT et ondelettes

CONTROLE DE CONNAISSANCES

- Contrôles continus 15%, exposés et TP 15% et examen final 70%.

BIBLIOGRAPHIE

- M. Kunt, « Techniques Modernes de Traitement Numérique des Signaux », Presse Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne, 1991
- M. Kunt, « Traitement numérique des signaux», Eyrolles, 1996
- L. R. Rabiner, R. W. Schafer , « Digital processing of speech signals », Prentice Hall, 1978
- M. Bellanger, « Traitement numérique du signal », 8ème édition, Dunod, 2006
- J. Max, « Méthodes et techniques de traitement du signal et application aux mesures physiques », Masson, 1981
- E. Roubine, « Introduction à la théorie de la communication », Masson, 1980
- A. V. Oppenheim, R. W. Schafer, « Digital signal processing », Prentice Hall, 1975
- K. Kpalma, V. Haese-Coat, « Traitement Numérique du Signal : théorie et applications », Eyrolles, 2003.
- B. P. Lathi, « Linear Systems and Signals », 2nd edition, Oxford University Press, 2005

UET2– Réalité Virtuelle

Code UE	Intitulé module	Coefficients/Crédits
UET2.*	Réalité Virtuelle	4

Volumes horaires		
Cours	TD / TP	TOTAL
22h30	30	52h30

Semestre :	3 ou 4

Pré-requis	– Traitement d'images, optique.

OBJECTIFS :

- Lister les concepts fondamentaux de la réalité virtuelle et la réalité augmentée
- Décrire le fonctionnement des dispositifs d'entrée et de sortie utilisés dans les applications de réalité virtuelle et réalité augmentée
- Expliquer les techniques graphiques utilisées dans les applications de réalité virtuelle et réalité augmentée
- Développer des environnements virtuels 3D
- Développer des environnements virtuels 3D
- Développer des applications de réalité virtuelle avec immersion
- Développer des applications avec réalité augmentée

CONTENU DU MODULE :

I. Introduction à la réalité virtuelle et la réalité augmentée et leurs applications

II. Dispositifs d'entrée : Trackers, Navigation, interfaces gestuelles

III. Dispositifs de sortie : Graphiques, Audio 3D, et affichage multimodale (haptique, tactile, tangible)

IV. Architectures pour RV/RA: Pipeline de la visualisation, Architecture graphique, Architecture distribuée

V. Modélisation : Géométrie, Cinématique, Physique, et Comportement

VI. Programmation : Toolkits, Java 3D, Vuforia, UNITY 3

VII. Facteurs Humains : Problèmes de santé et de sécurité, RV/RA et la société

VIII. Applications : Médecine, Education, Divertissement, Armée, Fabrication, Robotique, Visualisation de l'Information

TRAVAIL PERSONNEL

- TD pour permettre à l'étudiant de manipuler les outils de l'analyse de données.
- TPs sur des datasets et sur des données réels tels que (le PV de délibération des étudiants) en utilisant des logiciels appropriés notamment R.

CONTROLE DE CONNAISSANCES

- Contrôle continu

BIBLIOGRAPHIE

- R. O. Duda, P.E. Hart, D.G. Stork, « Pattern classification », 2nd edition, Wiley and sons, 2001.
- T. Hastie, R. Tibshirani, J. Friedman, «The elements of statistical learning. Data mining, inference and

prediction », Springer, 2001.

- L. Lebart, A. Morineau, M. Piron, « Statistique exploratoire multidimensionnelle », Dunod, 2006.
- G. Saporta, « Probabilites Analyse des Données et Statistique », 3ème édition, Technip, 2011.
- Ressources en ligne : http://www.math.univ-toulouse.fr/~besse/enseignement.html.

UET2– Interface Homme-Machine

Code UEM	Intitulé module	Coefficients/Crédits
UET2.*	Interface Homme-Machine	2

Volumes horaires		
Cours	TD / TP	TOTAL
15	15	30

Semestre :	3 ou 4

Pré-requis	– POO, GL

OBJECTIFS :

- Sensibiliser les étudiants de l'importance des IHMsdans une application interactive
- Introduire les concepts de base de l'interaction Homme-Machine (IHM) et donner une vision complète de tous les aspects liés à l'IHM notamment les sciences cognitives et l'ergonomie.
- Maîtriser la conception centrée utilisateurs des IHMs, de l'analyse, la conception, le prototypage jusqu'à l'évaluation des IHMs.
- Acquérir les compétences nécessaires pour le développement des IHMs.

CONTENU DU MODULE

CONTENU DU MODULE :

I. *Introduction aux IHMs*

1. Objectifs des IHMs
2. Approches de conception
3. Pourquoi étudier les IHMs
4. Historique des IHMs : le passé, le présent, le futur.
5. Description et Contenu du module IHM

II. *Notions de base sur les sciences cognitives*

1. Introduction : pourquoi aborder les sciences cognitives ?
2. Définition et historique
3. Modèles descriptifs :
4. Modèle du processeur humain MPH (les sous-processeurs sensoriel, cognitif et moteur)
5. Modèle d'action de Norman

III. *Ergonomie des interfaces*

1. Ergonomie cognitive
2. Ergonomie et utilisabilité
3. Ergonomie analytique et normative
4. Référentiels ergonomiques
5. Critères de Bastien et Scapin
6. Heuristiques de Nelson
7. Critères de qualité de Scheidemann
8. Règles d'or de COUTAZ
9. Guides pratiques de conception d'interfaces ergonomiques

IV. *Processus de développement des IHMs :*

1. Cycle de développement des IHMs
2. Règles de réussite
3. Phase d'analyse

a. Analyse des utilisateurs
b. Analyse de l'activité
c. Analyse du contexte

4. Phase de conception
a. Spécification des interfaces
b. Conception des interfaces
Tri par cartes
Prototypage
c. Outils de développement des interfaces

V. *Architectures logicielles des IHMs*
1. Modèles linguistiques
a. Modèle SEEHEIM
b. Modèle ARCH
2. Modèles à agents
c. Modèle MVC
d. Modèle PAC

VI. *Evaluation des IHM*
1. Importance de l'évaluation dans le processus de développement des IHMs
2. Méthodes d'évaluation
3. Evaluation statique VS évaluation dynamique
4. Evaluation analytique VS évaluation empirique

TRAVAIL PERSONNEL

Il est demandé d'analyser, concevoir, prototyper et évaluer une IHM d'un nouveau système ou d'un système existant dont l'IHM n'est pas adaptée à son usage.

CONTROLE DE CONNAISSANCES

- Contrôle continu

BIBLIOGRAPHIE

- Ludovic Cinquin, Erika Duriot, EricGroise, Olivier Mallassi, André Nedelcoux, David Rousselie, Vanessa Vimond "Les dossiers de l'écran : Utilisabilité et technologies IHM » ,Editons OCTO, technologue 2010
- G. Calvary, « Ingénierie de l'interaction homme-machine : rétrospective et perspectives, Interaction homme-machine et recherche d'information » Traité des Sciences et Techniques de l'Information, Lavoisier, Hermès, 2002, pp 19-63
- J. Coutaz, « Interface Homme-Ordinateur » Dunod, 1990.
- C. Kolski, « Analyse et conception de l'IHM, Interaction homme-machine pour les Systèmes d'Information » Editions Hermès, Mai 2001
- C.Kolski « Environnements évolués et évaluation de l'IHM, Interaction pour les Systèmes d'Information » Editions Hermès, Mai 2001
- J.F. Nogier « De l'ergonomie du logiciel au design des sites Web », Dunod 2001.
- D. Norman "The Psychology of Everyday Things", Basic Books, 1988.
- J. Preece, "Computer Human Interaction", Addison Wesley.
- Dan Olsen, "Developping User Interfaces"
- JefRaskin, "The Humane Interface" Card, Moran, Newell, "Psychology Of Human Computer Interaction"

UET2– Systèmes d'Information Géographiques Avancés

Code UEM	Intitulé module	Coefficients/Crédits
UET2.*	Systèmes d'Information Géographiques Avancés	4

Volumes horaires		
Cours	TD / TP	TOTAL
22.50	30	52.50

Semestre :	**3 ou 4**

Pré-requis	– Connaissances sur les Bases de données et les Systèmes d'Information

OBJECTIFS :

- Eclaircir la notion de positionnement spatial, puis fournir une méthode d'analyse spatiale des données cartographiques.
- Etudier l'acquisition, l'organisation puis le stockage dans des bases de données spécifiques des images spatiales, satellitaires ou collectées sur le terrain.
- Modéliser les données géo-spatiales ou tout simplement géographiques en 2D et 3D pour l'aide à l la décision.

CONTENU DU MODULE :

I. *Introductions aux SIG*

1. Définition d'un SIG
2. Histoire et développement desSIG
3. L'information géographique, territoire, géographie et cartographie
4. La géomatique et système de référence géodésique
5. Usage et enjeux des SIG (clientèle, finances, décisionnel, ressources humaines…)
6. Comparatif SIG, DAO, CAO
7. Domaines d'application

II. *Représentations et projections de la terre*

1. Forme de la terre
2. Calcul de l'Altitude
3. Ellipsoïdes et Datum (Cas de l'Algérie)
4. Coordonnées géographiques et système séxagesimal
5. Rappel ; calcul de l'heure, échelle et légende
6. Les systèmes de projection (Cas de l'Algérie)
7. Le système UTM
8. Déformations engendrées par les projections et qualités de celles ci

III. *Mode Vecteur*

1. Principe de vectorisation
2. Types de stockage
3. Qu'est-ce qu'un géoréférencement ?
4. Principe de classe d'entité et fichiers générés
5. Modèle topologique dans les SIG

IV. *Mode Raster*

1. Lecture de l'image satellitaire
2. Principe de l'ortho rectification d'une image
3. Points d'appui et mosaiquage
4. Résolution et format d'image dans les SIG
5. Données en mode mixte vecteure traster
6. Composante sémantique

7. Avantages et inconvénients vecteur vsraster
8. Lancement des Exposés et du TP

V. *Données dans les SIG*

1. Provenance et structuration des données
2. Les bases de données spatiales "SGBDS"
3. Sécurité et intégrité des "SGBDS"
4. Indexations et Jointures spatiales
5. Formalisme "MADS"
6. Importance des métadonnées

VI. *Cartes topographiques et courbes de niveau*

1. Mesures partachéomètre
2. Isolignes et points côtés
3. Equidistance, pente et écartement
4. Génération de profils topographiques

VII. *Modèles Numériques de Terrain et les TIN*

1. Définition et format d'un MNT
2. Principe du LIDAR
3. Passaged'unMNTaurelief3D
4. Triangulation de Delaunay

VIII. *Modèles Numériques d'Elévation (MNS / MNA)*

1. Définition
2. Représentation du volume par Modélisation booléenne
3. Notion de LOD
4. Bâtis complexe

IX. *B.I.M*

1. BIM et maquette numériques
2. Echanges à travers les BIM
3. Le format de fichier IFC

X. *SIG et représentation 3D*

1. Notions de bases sur les projections3D
2. Projections perspectives et points de fuites
3. Chainedetransformationsd'objet3Dàimage2D
4. Matrices de transformations

XI. *Textures et éclairage*

1. Principe de Mapping
2. Textures procédurales
3. Traitement du relief ou « Bump »
4. Composantes de la lumière
5. Quelques modèles d'illumination

TRAVAIL PERSONNEL
– Application à développer ou Travail de recherche en relation avec les SIG

CONTROLE DE CONNAISSANCES
– Contrôle continu

BIBLIOGRAPHIE

– Patrick Bouron, "Manuel de cartographie rapide "Bernard Lortic-IRD-,Institut de Recherche pour le Développement 2011 "Cartographie Lecture de cartes"-ENSG, Ecole Nationale des Sciences géographiques 2005

- Dominique Schneuwly, Regis Caloz, "Les concepts spatiaux fondamentaux", Geographic Information Technology Training Alliance (GITTA)
- "Systèmes d'Information Géographique, Archéologie et Histoire",2004.
- LauriniR.et Thompson D. "Fundamentals of spatial systems". Londres Acedemic.Press1992
- Henry Pornon, "La dimension géographique du système d'information" 2011, www.geoinformatics.com

UET2– Machine Learning Avancé

Code UE	Intitulé module	Coefficients/Crédits
UET2.*	Advanced Machine learning	3

Volumes horaires		
Cours	TD / TP	TOTAL
22,5	30	52,5

Semestre :	3 ou 4

Pré-requis	Machine Learning, Mathématiques (Analyse, Algèbre linéaire), Statistiques, Probabilités.

OBJECTIFS :

Aborder les techniques très récentes de Machine learning

Faire concurrencer plusieurs algorithmes

Mise en application sur Python

CONTENU DU MODULE :

- *Deep learning*
  - Architecture CNN
  - Architecture RNN, LSTM….
- *Reinforcement learning (RL)*
  - **V.** Les approches de RL
  - ***VI.*** Algorithme Q learning…..
- *Transfer Learning*
- *Distributed learning (Federated learning)*
- *Interprétation*
- Réseaux de neurones profonds
- Clustering

Travaux pratiques : Des TPs sont prévus pour maitriser les différents algorithmes vus en cours sur les logiciels R et Python

TRAVAIL PERSONNEL
– Tps sur une architecture et domaine spécifique

CONTROLE DE CONNAISSANCES
– Contrôle continu – Contôle final.

BIBLIOGRAPHIE

- Qiang Yang, Yang Liu, Yong Cheng, Yan Kang, “Federated Learning », Morgan and Clayfool Publishers, décembre 2019.
- Qiang Yang, Yu Zhang, Wenyuan Dai, SinnoJialin Pan, « Transfer Learning », Cambridge University Press, 13 février 2020
- Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville, « Deep Learning”, novembre 2016
- Richard S. Sutton , Andrew G. Barto. « Reinforcement Learning, second edition: An

Introduction ». Relié – 13 novembre 2018

UET2– Analyse des séries chronologiques

Code UE	Intitulé module	Coefficients/Crédits
UET2.*	Analyse des séries chronologiques	2

Volumes horaires		
Cours	TD / TP	TOTAL
15	22h30	37h30

Semestre :	3 ou 4

Pré-requis	Mathématiques (Analyse, Algèbre linéaire), Statistiques, Probabilités.

OBJECTIFS :

Définir les séries chronologiques

Apprendre à analyser les séries chronologiques

Mise en application sur Python ou R.

CONTENU DU MODULE :

- *Introduction au Série chronologique (SC)*
  - ***VII.*** *Concepts*
  - ***VIII.*** *Décomposition d'une SC*
- *Analyse des SC : Approche probabiliste*
  - **3.***Modèle AR, MA*
  - **4.***Modèle ARMA,ARIMA,….*
- *Analyse des SC : Approche basée deep learning ; LSTM*
- *Analyse des SC : Approche topologique*
- *Lissage exponentiel*

Travaux pratiques : Des TPs sont prévus pour maitriser les algorithmes vus en cours sur des datasets liés à différents cas d'application : bourse, consommation électrique, météo,….sur les logiciels R et Python

TRAVAIL PERSONNEL

- Tps sur des données spécifiques pour détecter des ruptures, prédire de nouvelle valeurs ....

CONTROLE DE CONNAISSANCES

- Contrôle continu
- Contrôle final

BIBLIOGRAPHIE

- Wei William W. S. "Multivariate Time Series Analysis and Applications". Wiley Series in Probability and Statistics Series
- Aileen Nielsen. « Practical Time Series Analysis: Prediction With Statistics and Machine Learning ». Broché 2019.

UET2– Smart Government

Code UE	Intitulé module	Coefficient/Crédits
UET2.*	Smart Government	2

Volumes horaires		
Cours	TD / TP	TOTAL
15	15	30

Semestre :	3 ou 4

Pré-requis	– Analyse des systèmes d'Information – Analyse des Organisations.

OBJECTIFS :

- Expliquer les enjeux de la transformation digitale dans les organisations de façon générale.
- Analyser les meilleures pratiques liées au développement de projets e-governement dans divers OP.
- Aligner les des systèmes d'information de type e-governement aux politiques publiques.
- Appréhender les enjeux du mouvement (Open Government) et les données gouvernementales ouvertes(OGD) pour renforcer l'intelligence gouvernementale.
- Analyser le potentiel du Crowdsourcing/Crowfunding pour une plus grande participation citoyenne.

CONTENU DU MODULE :

I. *Introduction : Vers la transformation digitale des organisations (2 séances)*

1. Rappel de concepts de base: Société de l'information (de savoirs)/ IT / IT Governance/ fracture numérique/
2. Evolution des préoccupations des organisations en matière de digitalisation;
3. Transformation digitale des organisations : Quelle(s) démarche(s) suivre ?

T.D (2 séances) : *Echanges via des capsules vidéos, témoignages, ..), Analyse SWOT*

II. *e-Government : pourquoi et comment? (3 séances)*

1. Introduction au e-governement.
2. Bénéfices potentiels du e-gouvernement pour les principales parties prenantes
3. Types de Services. G2C, G2B, G2G services.
4. Architecture d'Enterprise pour systèmes gouvernementaux.
5. Guidelines pour réussir l'implémentation des projets e-governement.

TD (3 séances) :*Etude de cas (Smart city, ..), Panel « Echange avec des professionnels»*

III. *Open Government : Enjeux et défis (2 séances)*

1. Introduction au gouvernement ouvert : Fondements et objectifs
2. TIC influençant le gouvernement ouvert et les parties prenantes.
3. Ouverture et réutilisation des données gouvernementales :
4. Données publiques ouvertes ?
5. Avantages, obstacles et effets négatifs des cas de données publiques ouvertes.
6. Aspects technologiques (métadonnées, portails, technologies pour relier les données volumineuses et ouvertes).
7. Transparence et protection de la vie privée dans le contexte d'un gouvernement ouvert.

TD (2 séances) *: Travaux de veille des mouvements des OGD auprès des pays les plus*

prolifiques en termes de publications et d'exploitation de ces données

IV. *Vers une plus grande participation citoyenne: (1 séance)*

1. Attentes/ contraintes
2. Apport du Crowdsourcing / Crowdfunding

TD (1 séance):*Etude de cas (participation citoyenne)*

TRAVAIL PERSONNEL

–

CONTROLE DE CONNAISSANCES

- Contrôle intermédiaire en TD (50%) :
- Examen Final (50%)

BIBLIOGRAPHIE

- Une réflexion sur l'entreprise dans le monde numérique, par CIGREF: www.entreprises-et-cultures-numeriques.org
- Attard, J, F. Orlandi, and S. Auer. (2016) "Data Driven Governments: Creating Value Through Open Government Data." Transactions on Large-Scale Data-and Knowledge-Centered Systems XXVII. Springer, 84-110.
- Attard, J., Orlandi, F., Scerri, S., & Auer, S. (2015). A systematic review of open government data initiatives. Government Information Quarterly, 32(4), 399-418.
- EY, Livre blanc « La transformation digitale au niveau des organisations »
- Clarinval, A., Simonofski, A., Vanderose, B., & Dumas, B. (2020). Public displays and citizen participation: a systematic literature review and research agenda. Transforming Government: People, Process and Policy.
- B. Moulin, D. Kettani, « L'e-gouvernement et bonne gouvernance dans les pays en voie de développement », Presses Universitaires de l'Université Laval, 2014.
- https://www.data.gov/open-gov/

UET2– Visualisation de l'information

Code UEM	Intitulé module	Coefficients/Crédits
UET2	Information visualisation	2

Volumes horaires		
Cours	TD / TP	TOTAL
15	15	30

Semestre :	3 ou 4

Pré-requis	– Statistiques et probabilités, Algèbre linéaire, Calcul numérique.

OBJECTIFS :

- Identifier les fondements scientifiques d'Infovis
- Construire des visualisations pour divers problèmes ou données
- Analyser les modèles d'apprentissages automatiques à l'aide des visualisations
- Choisir le codage visuel pour chaque type de données et chaque problème associé
- Lier votre demain de recherche avec le domaine d'infovis
- Évaluer de différents types de visualisations

CONTENU DU MODULE :

I. *Introduction*

1. Objective
2. Définition
3. Historique
4. Perception visuelle
5. Extraction parallèle de propriétés
6. Traitement séquentiel -dirigé vers un but
7. Le processus parallèle de génération d'InfoVis
8. Codage Visuelle
9. Interactions

II. *Types de visualisations*

1. Visualisation scientifique
   - **a.** Simulation
   - **b.** Segmentation des images
2. Visualisation d'information
   - **a.** Données abstraites
   - **b.** Données spatio-temporelles
3. Visualisation analytique

III. *Visualisation analytique (VA)*

1. Définition
2. Processus de VA

a. Modèle

b. Infovis

c. Analyse de données

IV. *Visualisation analytique avec IA*

1. NLP : Visualisation des sentiments (Multistream)

2. ML

a. VA pour ML

b. Réduction de dimensions (mds, acp, svm, …..)

c. Clustering/Classification

d. Apprentissage active (Active Learning)

e. ML pour VA : Choix de codage visuel

3. Optimisation : Suppression de chevauchement de textes

a. Graphe

b. Cartographie

4. Flux de données (Data Stream)

a. Visualisation dynamique

b. Comprendre de streaming Apache Spark

V. *Représentation des graphs (graph drawing)*

1. Une dimension : Diagrammes d'arcs

2. Deux dimensions : Diagramme Noued-link

3. Hiérarchique

a. Arbres

b. Tree map de Ben Shneiderman

4. Réduction de dimension (MDS)

VI. *Visualisation des sujets (Topic Visualisation)*

1. LDA

2. LDA avec prés/post analyse

VII. *Visualisation de données spatio-temporelles :* Quand (temps)/Où (localisation)/Quoi (Sujet)

1. Visualisation spatial (Où / Quoi)

2. Visualisation des séries temporelles (time-oriented visualisation) (Quand / Quoi)

3. Visualisation spatio-temporelles (Quand / Où / Quoi)

VIII. *Evaluation des types de visualisations (2H)*

1. Modèle imbriqué

2. Expérimentation

3. Approches basées sur des problèmes de domaine (domain-driven visualisation)

   – Visualisation d'épidémiologie animale

4. Approches basées sur le codage visuel (technique-driven visualisation)

   a. Suppression de chevauchement des nœuds sur diagramme d'arcs

   b. Arrangements de textes autour des cercles

Travaux pratiques :

- Tp1 : créer des formes dans observable en utilisant d3.js
- Tp2 : créer des diagrammes statiques
- Tp3 : créer des représentations pour les données textuelles

TRAVAIL PERSONNEL

Projet :

- Visualisation des sentiments de données de twitter

CONTROLE DE CONNAISSANCES

- Contrôle continu

BIBLIOGRAPHIE

- Fekete, J.-D., Wilk, J. J., Stasko, J. T., & North, C. The Value of Information Visualization. Theoretical
- Foundations of Information Visualization. In Information Visualization: Human Centered Issues and Perspectives, 2008
- Keim, Daniel, et al. "Visual analytics: Definition, process, and challenges." Information visualization. Springer, Berlin, Heidelberg, 2008. 154-175.
- Meyer, Miriah, Michael Sedlmair, and Tamara Munzner. "The four-level nested model revisited: blocks and guidelines." Proceedings of the 2012 BELIV Workshop: Beyond Time and Errors-Novel Evaluation Methods for Visualization. 2012.
- Dewar, Mike. Getting Started with D3: Creating Data-Driven Documents. " O'Reilly Media, Inc.", 2012.

UET 2 – Systèmes Embarqués

Code UET	Intitulé module	Coef
UET2	Systèmes Embraqués	4

Volumes horaires		
Cours	TD / TP	TOTAL
22h30	30	52h30

Semestre :	3, 4

Pré-requis	– Architecture des ordinateurs 1 – Architecture des ordinateurs 2 – Architecture des ordinateurs 3

OBJECTIFS :

Les objectifs de ce cours sont de familiariser l'étudiant avec les systèmes temps-réels et embarqués :

- il doit être familiarisé avec les trois couches composant ce type de systèmes: l'architecture, le système d'exploitation et l'applicatif.
- il doit être confronté aux contraintes des systèmes temps-réels et embarqués qui sont très différentes de celles des systèmes habituellement utilisés par les ingénieurs informaticiens.
- il doit être en mesure de concevoir, développer et utiliser : des logiciels embarqués, des applicatifs temps réel et des systèmes embarqués en utilisant une méthodologie unifiée.

CONTENU DU MODULE :

- **Conception des circuits intégrés** : **(3h)**
  - Evolution des circuits intégrés
  - Processus de conception
  - Etapes de conception,
  - Fabrication, test et mise en boîtiers
- **Systèmes temps-réels et embarqués : (3h)**
  - Historique et progression du marché des microprocesseurs
  - Généralités sur les systèmes embarqués
  - Exemples de systèmes embarqués
  - Caractéristiques des systèmes embarqués
  - Schéma fonctionnel des systèmes embarqués
  - Architecture des systèmes embarqués
- **Processeurs et circuits pour l'embarqué : (3h)**
  - Processeurs à jeu d'instructions
  - DSP
  - FPGA
  - ASIC
  - Socs
- **Méthodes de conception des systèmes embarqués : (1h)**
  - Approche classique
  - Introduction du codesign
- **Différentes étapes de conception d'un système embarqué : (7h)**
  - Cospécification des systèmes embarqués
  - Modélisation des systèmes embarqués
  - Partitionnement et ordonnancement des systèmes embarqués

- Synthèse des systèmes embarqués
- Vérification des systèmes embarqués
- Testabilité des systèmes embarqués

- **Les multiprocesseurs sur puces (MPSoCs) : (3h)**
  - Multiprocesseurs et évolution des MPSoCs
  - Applications et architectures MPSoCs
  - Architectures pour systèmes temps-réels à faible consommation
  - Réseau d'interconnexion dans les MPSoCs : les NOCS (Network On Chip)
  - Conception assistée par ordinateur et MPSoCs
- **Plateformes et systèmes d'exploitation pour systèmes embarqués : (4h)**
  - Plateformes de développement d'applications embarquées
  - Fonctionnalités des systèmes d'exploitation et leur mise en œuvre sur des systèmes existants.
- **Tolérance aux pannes et sécurité dans les systèmes embarqués (2h)**
- **Exemples de systèmes embraqués : (2h)**
  - Les réseaux de capteurs
  - Les systèmes RFID
  - Internet of Things

TRAVAIL PERSONNEL

c. Conception des circuits intégrés :

Objectif : familiariser l'étudiant avec des outils d'aide à la conception de circuits.

I.1. Conception et développement d'un système pour une implémentation matérielle sur FPGA.

Outils :

I. Logiciel : ISE de la companie Xilinx, simulateur Modelsim.

II. Matériel : Carte FPGA.

Specification, avec des langages de description de hardware (langage VHDL ou verilog).

3. Initiation, présentation du langage.

4. Exemple d'une description d'un circuit.

5. Présentation de l'outil ISE de Xilinx.

Synthèse, niveau RTL, niveau porte logique.

Simulation et validation, ISE simulator ou Modelsim.

Mapping, floorplanning, placement et routage.

Implémentation du design, Programmation du FPGA et tests.

I.2. Dessin de Layouts :

Outil : Simulateur MicroWind (MW) :

2. Présentation des circuits à base de transistors, résistances et capacités parasites.
3. Le passage aux différentes couches layout avec différents matériaux.
4. Présentation du simulateur MW, les régles de dessin.
5. Réalisation du Layout.
6. Simulation et test.

I.3. Méthodes de conception de systèmes embarqués :

Objectif : familiariser l'étudiant avec des outils d'aide à la conception de systèmes embarqués.

Outils :

- SystemC et KDE de Xilinx,
- Equipements du FabLab de l'ESI (Cartes de développement Arduino Raspberry Pi, micro-capteurs, composants RFID, …).

CONTROLE DE CONNAISSANCES

1. 2 contrôles écrits programmés
2. Note de travaux pratiques
3. Projets individuel et par équipe.

BIBLIOGRAPHIE

- John L. Hennessy and David A. Patterson, "Computer Architecture: A Quantitative Approach", Sixth Edition, The Morgan Kaufmann Series in Computer Architecture and Design, 2017.
- W. Stallings, "Computer organization and Architecture, Designing for performance", Eleventh edition, Pearson, 2018.
- W. Wolf, A. Amine Jerraya, and G. Martin, Multiprocessor System-on-Chip (MPSoC) Technology, 2008.
- Alan C. Shaw, “Real-Time Systems and Software”, Wiley Publishers, ISBN: 0-471-35490-2, 2001.
- F. Vahid, T.D. Givargis, Embedded System Design: A Unified Hardware/Software Introduction, ISBN: 0-471-38678-2, Wiley Publishers, October 2001.
- I. Englander, The Architecture of Computer Hardware and System Software: An Information Technology Approach, Third Edition, ISBN: 0-471-07325-3, Wiley Publishers, 2003.
- A.M.K. Cheng, Real-Time Systems: Scheduling, Analysis, and Verification, ISBN: 0-471-18406-3, Wiley Publishers, July 2002.
- S. Sriram, S.S. Bhattacharyya, Embedded Multiprocessors, Scheduling and synchronization, Signal Processing and Communications Series, 2000.
- J. BHASKER, A systemC primer, Star Galaxy Publishing, ISBN: 0-9650391-8-8, 2002.
- T. Grötker, S. Liao, G. Martin, S. Swan, System design with SystemC, Thorsten Grötker, Stan Liao, Grant Martin, Stuart Swan, Kluwer Academic Publishers, 2002.
- H. Bhatnagar, Advanced Asic Chip Synthesis: Using Synopsys Design Compiler, Physical Compiler, and Primetime, Kluwer Academic Publishers, Kluwer Academic Publishers, ISBN : 0792376447, janvier 2002.
- M. Tien-Chien Lee, High-Level Test Synthesis of Digital VLSI Circuits, Artech House Publishers, ISBN : 0890069077, février 1997.

UET2 – Méthodes Agiles

Code UE	Intitulé module	Coef/Crédits
UET2.*	Méthodes Agiles (MAGL)	2

Volumes horaires		
Cours		TOTAL
15		15

Semestre :	3, 4

Pré-requis	6. IGL 7. CPROJ

OBJECTIFS :

- Une méthodologie de développement est un modèle conceptuel permettant de définir les phases et les étapes d'un projet de développement de logiciels depuis sa phase d'initiation et d'étude de faisabilité jusqu'au déploiement final.
- Ce module vient en complément au module IGL de la 3ème année où les méthodologies ont été introduites. UP a été utilisé comme calque pour définir les différentes activités de développement depuis l'expression de besoins jusqu'aux tests.
- Le module se chargera d'introduire le développement de logiciels en utilisant des méthodes de plus en plus adoptées dans le monde professionnel qui sont les méthodes agiles.
- L'application des principes acquis durant ce module s'effectueront durant le déroulement des deux projets de la spécialité.

CONTENU :

- **Manifesto agile**
  - Introduction
  - Présentation du manifesto Agile
  - Parcours des principes Agile
- **eXtremeProgramming (XP)**
- Présentation de XP
- XP et les meilleures pratiques de développement
- **Mise en œuvre de SCRUM**
- Application de Scrum dans un projet de développement
- Outils de support
- Pratiques agiles
- Livraison continue
- Refactoring
- Test-DrivenDevelopment (TDD)

CONTROLE DE CONNAISSANCES

2. Examen écrit sur le cours
3. Contrôle continu

BIBLIOGRAPHIE

2. Augustine, Sanjiv. 2005. Managing Agile Projects: Prentice Hall; illustrated edition.
3. Schiel, James. 2009. Enterprise-Scale Agile Software Development: Taylor and Francis.
4. Schwaber, Ken, and Mike Beedle. 2002. Agile software development with scrum: Prentice Hall.

IV- Accords / Conventions