



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
 République Algérienne Démocratique et Populaire
 وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
 Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
 المدرسة العليا في علوم وتكنولوجيات الإعلام الآلي والرقمنة
 École Supérieure en Sciences et Technologies de l'informatique et du Numérique



OFFRE DE FORMATION DE SECOND CYCLE: INGENIEUR EN INFORMATIQUE

2024 – 2025

Etablissement	Département de
École Supérieure en Sciences et Technologies de l'informatique et du Numérique	Département de la formation de 2 nd cycle

Domaine	Filière	Spécialité
Mathématiques et Informatique	Informatique	Ingénierie des Systèmes Intelligents et Connectés

Année universitaire : 2024- 2025



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
المدرسة العليا في علوم وتكنولوجيات الإعلام الآلي والرقمنة
École Supérieure en Sciences et Technologies de l'informatique et du Numérique



عرض تكوين في الطور الثاني: مهندس إعلام آلي

2024-2025

القسم	المؤسسة
قسم التكوين في الطور الثاني	المدرسة العليا في علوم وتكنولوجيا الإعلام الآلي والرقمنة

التخصص	الفرع	الميدان
هندسة الأنظمة الذكية والمتصلة	الإعلام الآلي	رياضيات و إعلام الآلي

السنة الجامعية: 2025-2024

Sommaire	Page
I - Fiche d'identité de l'offre	3
1 - Localisation de la formation	4
2 - Partenaires extérieurs	4
3 - Contexte et objectifs de la formation	5
A - Position du projet	5
B - Objectifs de la formation	7
C – Profils et compétences visés	7
D - Potentialités régionales et nationales d'employabilité	8
E - Organisation générale de la formation	9
F - Indicateurs de performance attendus de la formation	10
4 - Moyens humains disponibles	14
A - Capacité d'encadrement	14
B - Équipe pédagogique interne mobilisée pour la spécialité	14
C - Équipe pédagogique externe mobilisée pour la spécialité	16
D - Synthèse globale des ressources humaines mobilisée pour la spécialité	17
5 - Moyens matériels spécifiques à la spécialité	17
A - Laboratoires pédagogiques et équipements	17
B - Terrains de stage et formations en entreprise	17
C – Documentation disponible au niveau de l'établissement	17
D - Espaces de travaux personnels et TIC disponibles au niveau du département et de l'école	18
II - Fiches d'organisation semestrielle des enseignements de la spécialité	19
- Semestre 1	19
- Semestre 2	20
- Semestre 3	21
- Semestre 4	22
- Semestre 5	23
- Semestre 6	24
III - Programme détaillé par matière	29
A - Programme détaillé Semestre 1	30
B - Programme détaillé Semestre 2	40
C - Programme détaillé Semestre 3	55
D - Programme détaillé Semestre 4	70
E - Programme détaillé Semestre 5	81
F - Programme détaillé Semestre 6	103

IV- Accords / conventions	105
V- Avis et Visas des organes administratifs et consultatifs	

I – Fiche d'identité de l'offre

1 - Localisation de la formation

Localisation de la formation :

ESTIN – École supérieure en Sciences et Technologies de l'Informatique et du Numérique

Tél : (213) (0) 34 82 49 09 Fax : (213) (0) 34 82 49 16

Département :

Second Cycle

Responsable de la formation :

Dr Chemseddine Berbague

Tél : (213) (0) 697082836

E-mail : berbague@estin.dz

Adresse :

École supérieure en Sciences et Technologies de l'Informatique et du Numérique, Campus Amizour, Bejaia, Algérie

Site Web :

<http://www.estin.dz>

Références d'habilitation :

Décret exécutif n° 20-235 du 3 Moharram 1442 correspondant au 22 août 2020.

2 - Partenaires extérieurs

Établissement partenaires :

- Université Abderrahmane Mira de Bejaia
- ESI Alger
- ESI Sidi Bel Abbes

Conventions à établir avec le secteur socio-économique :

- Administration Publique (Collectivités locales, Services de sécurité, protection civile etc.)
- Entreprise Portuaire de Béjaia
- Algérie TELECOM
- Opérateurs de réseau mobile (Mobilis, Djezzy, Ooredoo)
- SONELGAZ
- SONATRACH
- Banques (BNA, CPA, BADR, etc.)
- Administration Judiciaire
- Général Emballage
- Entreprises Agro-Alimentaires (CEVITAL, Laiterie Soummame, DANONE Djurdjura Algérie, CANDIA, etc.)
- Etc.

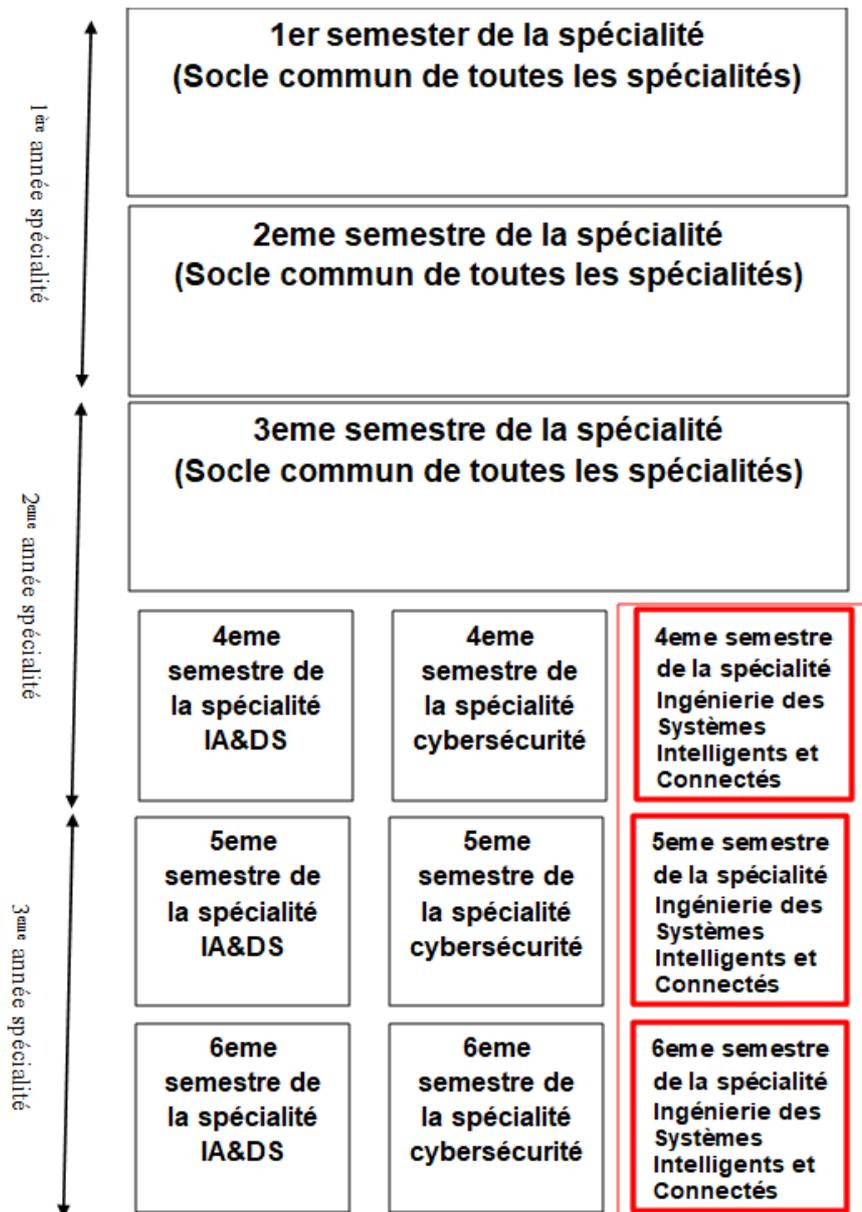
Coopération internationale :

- Ecole Centrale de Paris, France
- Ecole Centrale de Marseille, France
- Institut National des Sciences appliquées (INSA) de Lyon, France
- Université de Paris Est Créteil, France
- Université de Lille 1, France
- Université de Brest, France
- ENSEEIHT Toulouse, France
- UTC de Compiègne, France
- University College Dublin, Ireland
- Université Outaouais, Québec
- RMIT, Melbourne, Australie
- Université de Nantes, France
- Université d'Artois, France
- Université d'Illinois à Chicago, Etats-Unis
- Université Clermont-Ferrand, France
- Université Nancy, France

3 – Contexte et objectifs de la formation**A – Position du projet**

Intitulé du parcours : Ingénieur d'état en " Informatique"

Intitulé de la spécialité : Ingénierie des Systèmes Intelligents et Connectés



B - Objectifs de la formation

L'ingénierie des Systèmes Intelligents et Connectés (ISIC) s'inscrit dans un contexte technologique en pleine évolution, où l'Internet des Objets (IoT) joue un rôle clé dans la transformation numérique des industries et des services. Elle est de plus en plus pertinente dans le monde de l'informatique en raison de la demande croissante de professionnels qualifiés dans ce domaine. L'IoT est en train de transformer la façon dont nous vivons et travaillons en connectant des objets du quotidien à Internet, ce qui crée des opportunités pour de nouvelles applications et services. Par ailleurs, l'Algérie traverse actuellement une phase de transformation économique, marquée par une industrialisation accrue et un développement à grande échelle de l'agriculture saharienne. Dans ce contexte, la spécialité répond à plusieurs besoins clés :

Soutenir la transformation industrielle : L'industrialisation en Algérie nécessite des compétences avancées en technologie pour optimiser les processus de production, réduire les coûts, et améliorer la qualité des produits. Les professionnels du secteur voient cette spécialité comme une opportunité pour former des experts capables de piloter cette transformation.

Optimisation de l'agriculture saharienne : Avec l'expansion agricole dans les régions sahariennes, il est essentiel de maîtriser les technologies permettant une gestion efficace des ressources naturelles, notamment l'eau et l'énergie. La spécialité est conçue pour former des ingénieurs qui pourront relever ces défis, ce qui suscite un vif intérêt parmi les acteurs du secteur agricole.

Réduction de la dépendance aux technologies importées : L'Algérie vise à renforcer son autonomie technologique. Cette spécialité permet de développer une expertise locale, essentielle pour réduire la dépendance aux importations et favoriser l'innovation nationale.

Encouragement à l'entrepreneuriat technologique : L'émergence de nouvelles technologies, en particulier dans les domaines de développement logiciel, de l'Intelligence Artificielle et de la Cybersécurité, crée de nouvelles opportunités d'affaires. Les professionnels. Cette spécialité est un moyen de compléter les autres compétences et stimuler l'entrepreneuriat et permettra de soutenir l'essor de startups locales.

L'École supérieure en Sciences et Technologies de l'Informatique et du Numérique (ESTIN) formera des étudiants ayant des connaissances et les compétences nécessaires pour concevoir, développer et gérer des solutions IoT. Les principaux objectifs d'une telle formation sont les suivants :

- **Comprendre les principes de base de l'IoT :** Les étudiants doivent comprendre les concepts fondamentaux de l'IoT, y compris les protocoles de communication, les capteurs, les réseaux sans fil et les plateformes de données.
- **Connaître les technologies clés :** Les étudiants doivent connaître les technologies clés utilisées dans les solutions IoT, telles que les systèmes embarqués, les bases de données distribuées et les services Cloud.
- **Savoir concevoir et développer des solutions IoT :** Les étudiants doivent être capables de concevoir et de développer des solutions IoT en utilisant des outils et des plateformes logicielles.

À la suite d'un cursus en IoT, l'élève-ingénieur pourrait se lancer dans l'un des métiers suivants :

- **Ingénieur en IoT :** Conçoit, développe et teste des solutions IoT pour des applications spécifiques telles que la domotique, les systèmes de transport intelligents, les villes intelligentes, la santé connectée, etc.
- **Architecte en IoT :** Conçoit et supervise la mise en place de l'infrastructure et de l'architecture de solutions IoT pour répondre aux besoins de l'entreprise ou de l'organisation.
- **Analyste en données IoT :** Collecte, analyse et interprète les données générées par les solutions IoT pour aider les entreprises à prendre des décisions stratégiques et à améliorer l'efficacité opérationnelle.
- **Spécialiste en sécurité IoT :** Conçoit et met en œuvre des solutions de sécurité pour protéger les données et les appareils connectés de la cybercriminalité et des menaces potentielles.

- **Consultant en IoT** : Conseille les entreprises sur les stratégies IoT et les technologies pour améliorer leurs processus et atteindre leurs objectifs.

C. Profils et compétences visées

La formation vise à donner aux étudiants des compétences pratiques pour concevoir, développer, gérer et sécuriser des solutions IoT. Les compétences visées incluent la compréhension des réseaux de capteurs, des protocoles de communication IoT, de l'analyse de données et de l'apprentissage automatique pour améliorer la prise de décision, de la conception de l'interface utilisateur, de la programmation et de la gestion de bases de données.

L'IoT offre également des opportunités pour améliorer les secteurs publics, et économiques par comme suit :

- La sécurité des données : Les dispositifs IoT collectent et transmettent des données financières sensibles, il est donc crucial de garantir la sécurité de ces données contre les cyberattaques et les violations de données.
 - L'interopérabilité : Les dispositifs IoT dans les services financiers proviennent de nombreux fournisseurs différents et utilisent des protocoles de communication différents, ce qui peut rendre difficile leur intégration et leur utilisation efficace.
 - La réglementation : Les dispositifs IoT dans les services financiers sont soumis à des réglementations strictes pour garantir leur sécurité et leur efficacité, ce qui peut rendre leur développement et leur utilisation plus coûteux et compliqués.
 - La précision des données : Les données collectées par les dispositifs IoT doivent être précises et fiables pour garantir une prise de décision financière appropriée, ce qui peut nécessiter un étalonnage régulier et une maintenance appropriée.
 - La confiance des clients : Les clients doivent être à l'aise avec l'utilisation de dispositifs IoT dans les services financiers, ce qui nécessite une transparence appropriée et des mesures de confidentialité pour garantir la confidentialité des données financières.

D – Potentialités régionales et nationales d'employabilité

Secteurs d'activité :

La formation d'élèves-ingénieurs en IoT répond à la demande extrêmement forte en termes de compétences dans les différents domaines liés aux différents domaines d'industries et des rôles spécifiques. Cette formation permettra aux élèves-ingénieurs d'accéder au plus haut niveau de connaissance académique dans le domaine de IoT, en matière de recherche mais aussi dans une dimension d'insertion professionnelle. Outre une formation à la recherche fondamentale et/ou appliquée via une immersion dans les entités de recherche en Algérie, cette spécialité vise également à permettre aux élèves-ingénieurs de s'intégrer dans de grandes entreprises, telles que SONATRACH, CEVITAL, Algérie TÉLÉCOM, etc. ou les accompagner à la création de leurs propres entreprises dans le cadre de la maison Entrepreneuriat.

Contextes régional et national d'insertion professionnelle :

- Tissu industriel national (public et privé).
- Entreprises Nationales (publiques et privées).
- Établissements d'enseignement et entités de recherche scientifique.
- Administration publique (collectivités locales, institution judiciaire, éducation, formation professionnelle, la défense, les services de sécurité, etc.).
- Banques
- Etablissements de santé (publics et privés)

E. Organisation générale de la formation

Le parcours pédagogique :

La durée de formation conduisant au diplôme d'Ingénieur est de six semestres constitués d'une formation encadrée (2002h30) et d'une formation dirigée (2015h30) totalisant les 4018h00 soit 180 crédits.

Formation Encadrée					
Unité d'enseignement	Nombre de Modules	Volume horaire	Crédit	% en crédits pour chaque UE	Total
UE Fondamentale	23	1282h00	95	66%	39 Modules 2024h30
UE Méthodologique	9	427h30	27	18.7%	
UE Découverte	5	247h30	15	14.58%	
UE Transversale	3	67.5h00	7	0.04%	

Heures	S1	S2	S3	S4	S5	Total	
Cours	180h	180h	157h30	180h00	157.h30	855h00	41.605%
TD	157h30	157h30	157h30	90h00	112h30	675h00	32.846%
TP	90 h	67h30	67h30	157h30	142h30	525h00	25.547%
Total	427h30	405 h	382h30	427h30	412h30	2055h00	100%

Formation Dirigée		
Nature	Volume horaire	Total
Travail Personnel	1548h00	76.81%
Visite de sites industriels	67h30	3.35 %
Stages en entreprise	250 h	12.40%
PFE	100 h	4.96%
Séminaires et workshops	50 h	2.48%
		2015h30

La formation encadrée est composée de 39 modules, soit 2002 heures et 30 minutes.

L'enseignement est réparti en quatre Unités d'Enseignement (U.E.) par semestre. Chaque Unité d'Enseignement comprend des Cours Magistraux (CM), des Travaux Dirigés (TD) et des Travaux Pratiques (TP).

La **formation dirigée** est composée de projets tutorés, stages et séminaires dont l'objectif est de placer les élèves en situation d'autonomie et d'application des compétences acquises au cours de la formation.

Conditions d'accès et de progression :

Selon la réglementation en vigueur, le recrutement national dans la spécialité est ouvert aux élèves des écoles supérieures et aux élèves licenciés des universités admis au concours.

Modalités d'évaluation et critères de progression :

- Contrôle de connaissances semestrielles
- Examen oral
- Séminaires et workshops
- Évaluation des rapports de stages
- Évaluation des travaux personnels

F – Indicateurs de performance attendus de la formation

Toute formation doit répondre aux exigences de l'assurance qualité. À ce titre, pour mieux apprécier les performances attendues de la formation IoT, il est proposé un certain nombre de mécanismes pour évaluer et suivre le déroulement des enseignements, les programmes de la formation, les relations élève/enseignant et élève/administration, l'employabilité des diplômés ainsi que les appréciations des partenaires économiques quant à la qualité des diplômés recrutés et/ou des enseignements dispensés.

Les modalités d'évaluation peuvent être concrétisées par des enquêtes, des suivis des élèves en formation et des sondages auprès des élèves en insertion professionnelle.

Toute étude, enquête ou manifestation fera ensuite l'objet d'un rapport qui sera diffusé et archivé.

Évaluation du déroulement de la formation :

En plus des réunions ordinaires du comité pédagogique, une évaluation des enseignements par les élèves est réalisée semestriellement. Elle impliquera les enseignants et les élèves des différentes promotions afin de débattre des problèmes éventuellement rencontrés, des améliorations possibles à apporter aux méthodes d'enseignement en particulier et à la formation en général.

L'école désignera un enseignant médiateur auprès des élèves qui sera chargé d'assurer une médiation enseignant/élèves pour solutionner des problèmes critiques ou urgents qui peuvent éventuellement apparaître.

À cet effet, il est proposé ci-dessous une liste plus ou moins exhaustive sur les indicateurs et les modalités envisagées pour l'évaluation et le suivi de cette formation par le comité pédagogique :

En amont de la formation :

- Nombre d'élèves ayant choisi cette offre (Rapport offre/demande).
- Rapport entre la capacité d'encadrement et le nombre d'élèves demandeurs de cette formation.
- Évolution du nombre de demandes d'inscription à cette offre au cours des années antérieures.

Pendant la formation :

- Régularité des réunions des comités pédagogiques et archivage des procès-verbaux.
- Inventaire des problèmes récurrents soulevés pendant ces réunions et non résolus.
- Validation des propositions de projets de fin de cycle au cours d'une réunion de l'équipe de formation.

En aval de la formation :

- Nombre et taux de réussite des élèves inscrits dans cette option.
- Récompense et encouragement des meilleurs élèves.
- Nombre et taux de déperdition (échecs et abandons) des élèves inscrits dans cette option.
- Les causes d'échec des élèves sont répertoriées.
- Organisation de séances de rattrapage à l'encontre des élèves en difficulté.
- Des alternatives de réorientation sont proposées aux élèves en situation d'échec.
- Nombre et taux des élèves issus de cette formation qui obtiennent leurs diplômes dans des délais raisonnables.
- Nombre, taux et qualité des élèves issus de cette formation qui poursuivent leurs études en Doctorat.
- Enquête sur le taux de satisfaction des élèves sur les enseignements et les méthodes d'enseignement.
- Qualité des élèves issus de cette formation qui obtiennent leur diplôme (critères de qualité à définir).

Évaluation du déroulement des programmes et des cours

Les enseignements dispensés durant ce parcours feront l'objet d'une évaluation régulière (semestrielle ou triennale) par l'équipe de formation de l'école et sera ensuite adressée, à la demande, aux différentes instances, telles que le Comité Pédagogique National des Écoles en Sciences et Technologies, les Conférences Régionales, etc.

Un système d'évaluation des programmes et des méthodologies d'enseignement est alors mis en place en se basant sur les indicateurs suivants :

- Les salles pédagogiques sont équipées de matériels-supports à l'amélioration pédagogique (systèmes de projection (data shows), connexion wifi, etc.).
- Laboratoires pédagogiques disposant des équipements nécessaires en adéquation avec le contenu de la formation.
- Existence et utilisation de l'intranet au niveau des laboratoires pédagogiques et centre de calcul.
- Existence de logiciels anti-virus et logiciels pédagogiques au niveau des laboratoires pédagogiques et centre de calcul.
- Contrats de maintenance des moyens informatiques avec des fournisseurs.
- Formation du personnel technique sur les moyens informatiques et matériels pédagogiques.
- Existence d'une plate-forme d'enseignement numérique dans laquelle les cours, TD et TP sont accessibles aux élèves et leurs questionnements solutionnés.
- Les mémoires de fin de cycle sont numérisés et disponibles.
- Taux de rénovation et d'utilisation du matériel pédagogique.
- Nombre de TPs réalisés ainsi que la multiplication du genre de TP par matière (diversité des TPs).
- Accès facile à la bibliothèque (nombre suffisant de places à la bibliothèque, accès à distance aux ouvrages en réseaux internes et externes, horaires d'ouverture en dehors des horaires d'enseignement, etc.).
- Nombre et taux d'acquisition des ouvrages par la bibliothèque de l'établissement en rapport avec le domaine de l'IA et des sciences de données.

- Taux d'utilisation des ouvrages, disponibles dans la bibliothèque de l'établissement, en rapport avec la spécialité IA et sciences de données.
- Adéquation des programmes aux besoins industriels et propositions de mise à jour.
- Implication d'intervenants professionnels dans l'enseignement (visite de l'entreprise, cours/séminaire assurés par des professionnels sur un aspect intéressant l'entreprise mais non pris en charge par la formation, etc.).
- Implication des professionnels dans la confection ou l'amendement d'une matière ou partie d'une matière d'enseignement (cours, TP) selon les besoins industriels.
- Ouverture de nouvelles formations Master en relation avec la spécialité en question.

Insertion des diplômés :

Il sera créé un comité de coordination, composé des responsables de la formation et des membres de l'administration, qui sera principalement chargé du suivi de l'insertion des diplômés de la spécialité dans la vie professionnelle. Par ailleurs, ce comité aura pour mission de :

- Constituer un fichier de suivi des élèves diplômés de la filière ;
- Recenser et/ou mettre à jour les potentialités économiques et industrielles existantes au niveau régional et national ;
- Anticiper et susciter de nouveaux métiers en relation avec la spécialité en association avec les acteurs économiques (la chambre de commerce, les différentes agences de soutien à l'emploi, différents opérateurs économiques publics et privés, etc.) ;
- Participer à toute action concernant l'insertion professionnelle des diplômés (organisation de manifestations avec les opérateurs socio-économiques).

Pour mener à bien ces missions, ce comité aura toute latitude d'effectuer ou diligenter une quelconque étude ou enquête sur l'emploi et le post-emploi des diplômés.

Ci-après, une liste d'indicateurs et de modalités qui pourraient être envisagés pour évaluer et suivre ce projet :

Insertion professionnelle des diplômés :

A long terme, une commission sera mise en place pour avoir un retour sur l'insertion professionnelle des diplômés. Voici la liste non exhaustive des indicateurs qui seront pris en charge :

- Taux de recrutement des diplômés dans un poste en relation directe avec la formation.
- Possibilité de recrutement dans différents secteurs en relation avec IoT.
- Recrutement des diplômés dans des secteurs en lien indirect avec le domaine de l'IoT.
- Nature des emplois occupés par les élèves à la fin de leurs études (Diversité des débouchés)
- Nombre et taux d'élèves sortants de cette formation occupant des postes de responsabilité dans des entreprises.
- Degré d'adaptation du diplômé recruté dans le milieu du travail.
- Réussite des diplômés de l'école dans l'insertion professionnelle.
- La vitesse d'absorption des diplômés dans le monde du travail.
- Organisation de formations spécifiques à l'intention des diplômés visant à les aider dans la réussite aux concours de recrutement.
- Disponibilité de l'information sur les postes de recrutement à l'échelle de tout le pays.
- Potentialités implicites à cette formation pour la création d'entreprises.
- Formation d'appoint sur l'entrepreneuriat dispensée.
- Création de start-up par les diplômés de la spécialité.

Intérêt porté par les professionnels à la spécialité :

La commission d'évaluation de l'insertion professionnelle des diplômés de l'école établira un rapport détaillé sur le Feedback de la qualité de cette formation qui sera exploité par la direction pour apporter

des changements pertinents au programme. Parmi les indicateurs à prendre en considération on citera :

- Degré de satisfaction des employeurs potentiels.
- Intérêt porté par les employeurs à la formation sur DS/IA.
- Pertinence de la spécialité pour le monde du travail.
- Enquête sur l'évolution des métiers/emplois dans le domaine de la spécialité.
- Pérennité et consolidation des relations avec les industriels, en particulier, à la suite des stages de fin de cycle.
- Suivi des conventions (École/Entreprise) et évaluation des relations entre l'entreprise et l'école.
- Organisation de manifestations scientifiques (journées ouvertes, forums, workshop) avec les opérateurs socio-économiques concernant l'insertion professionnelle des diplômés.

4 – Moyens humains disponibles

A - Capacité d'encadrement

Capacité d'encadrement : 100 étudiants

B - Équipe pédagogique mobilisée pour la spécialité

Nom et Prénom	Grade	Domaines de compétence	Matières à enseigner
TARI Abdelkamel	Pr.	Informatique, Recherche opérationnelle	-Traitement de données avancées
SEBAA Abderrazak	MCA	Informatique	- Base de données distribuées - Bases de données NoSQL et Technologie Hadoop
AHMED NACER Mohamed (Associé)	Pr	Informatique	- Ingénierie du logiciel - Génie logiciel - Formation Doctorale
BELAID Ahror	Pr.	Informatique	- Base de traitement d'image - Reconnaissance des formes pour l'analyse des images
AZOUAOU Faical	Pr.	Informatique	- Entrepreneuriat et start up dans le Numérique - Génie Logiciel - Traitement automatique de la langue (NLP)
KHANOUCHE Mohamed Essaid	MCA	Informatique	- Ingénierie de connaissances

FARAH Zoubeyr	MCA	Informatique	- Blockchains
EL BOUHISSI Houda	MCA	Informatique	- Apprentissage profond - Apprentissage par renforcement
Djebari Nabil	MCB	Informatique	- Théorie des langages. - Sécurité informatique. - Hacking éthique
Elmir Youcef	MCA	Informatique	-Systèmes, Algorithmique et Programmation Distribués
KACIMI Farid	MCB	Informatique	- Système d'exploitation - THL
CHELOUAH Leila	MCB	Informatique	Logique mathématique
CHEKLAT Lamia	MCB	Informatique	Cloud Computing
LEKEHALI Somia	MCB	Informatique	- Bases de données - Intelligence artificielle
ISSAADI Badredine	MCA	Probabilités- Statistiques	- Recherche Opérationnelle 2 - - Processus Aléatoire et Files d'Attente
BOUGLIMINA Ouahiba	MAA	Informatique	Base de données avancé -Système d'informations
AIT TALEB Samiha	MCB	Informatique	-Entrepôt de données et Big Data
TOULOUM Soraya	MCB	Informatique	Logique Mathématique
HAMADOUCHE Taklit	MCB	Mathématique	Complexité des problèmes
ALKAMA Lynda	MCB	Mathématique	Analyse Numérique
KHERBACHI Hamid (Associé)	Pr.	Probabilités- Statistiques	<ul style="list-style-type: none"> ● Raisonnement statistique et inférence ● Business intelligence & data visualisation ● Statistiques avancées

NASRI Akila	MAA	Mathématique	- Analyse de données
Chemseddine Berbage	MCB	Informatique	<ul style="list-style-type: none"> • Science de données • Fondements du Data science • Système experts
Maroua Daoudi	MCB	Informatique	<ul style="list-style-type: none"> • Apprentissage machine
SACI Oualid	MCB	Mathématique	-Recherche Opérationnelle 1 -Séries Chronologiques
ZAUCHE Faïka	MAB	Electronique	Architecture 2 Représentation de connaissance
ZEDEK Razika	MAB	Electronique	Méthodes Formelles
ZENADJI Syla	MAB	Electronique	-Réseaux 1 et 2
DJENADI Ali	MCB	Electronique	-Distributed Architecture & Intensive Computing
HAFHOUF Bellal	MAB	Electronique	Techniques de traitement d'images
HALICHE Noria	MAB	Electronique	Architecture 1
HAMIDOUCHE Salima	MAB	Electronique	
BEHLOUL Fatiha	MAB	Electronique	Génie logiciel Système d'information Optique
BELMAHDI Fatiha	MAB	Electronique	Complexité des problèmes
BENZENATI Rahima	MAB	Electronique	Biométrie
Khtaoui Lamia	MAB	Electronique	Algorithmique Mécanique
BOUCHOUCHA Lydia	MCB	Electronique	Cryptographie avancée
AMROUNI Samia	MAB	Automatique	Système d'exploitation
Amara Karima	MAB	Electronique	POO Système embarqué

C - Équipe pédagogique externe mobilisée pour la spécialité

L'école ESTIN envisage la mise en place de deux salles entièrement équipées en matériels de dernière génération pour l'enseignement à distance. Le réseau international que nous avons tissé depuis plus de deux décennies soutiendra les formations dispensées par des interventions soit en présentiel ou à distance. Voici une liste non exhaustive de personnalités scientifiques reconnues mondialement dans le domaine

Nom et Prénom et affiliation	Grade	Domaines de compétence	Matières à enseigner
KECHADI M. Tahar (UCD Dublin)	Pr	Artificial Intelligence, Data Mining, Big Data, Distributed Systems, Digital Forensics	Séminaire Fin de cycle Formation Doctorale
<i>Kamel Adi Université du Québec en Outaouais, Canada</i>	Pr	Sécurité	Séminaire Fin de cycle Formation Doctorale
AIT AMEUR Yamine (ENSEHIT, Toulouse, France)	Pr	Méthodes Formelles	Séminaire Fin de cycle Formation Doctorale
ALILI Mohamed (Université du Québec en Outaouais)	Pr	IA, Machine Learning	Séminaire Fin de cycle Formation Doctorale
SAIS Lakhdar (Université Artois, France)	Pr	Complexité, Algorithmique avancée	Séminaire Fin de cycle Formation Doctorale
AMIRAT Yacine (Université Paris-Est, France)	Pr	IA, Raisonnement, Logique floue	Séminaire Fin de cycle Formation Doctorale
BOUFAIDA Mahmoud (Université de Constantine 2)	Pr	Web sémantique	Séminaire Fin de cycle Formation Doctorale
KHEDDOUCI Hamamache (Université de Lyon 1, France)	Pr	Big Data, Graphes, Réseaux sémantiques	Séminaire Fin de cycle Formation Doctorale
NOURINE L'Houari (Université de Clermont-Ferrand, France)	Pr	Complexité algorithmique	Séminaire Fin de cycle Formation Doctorale
TARI Zahir (RMIT-Melbourne, Australie)	Pr	Systèmes distribués, Cloud Computing	Séminaire Fin de cycle Formation Doctorale
DJOUDI Mahieddine (Université de Poitiers, France)	Dr/HDR	Numérisation des systèmes éducatifs	Technologies de numérisation dans les organisations Formation Doctorale
BELLATRECHE Ladjel (ENSMA, Poitiers)	Pr	Big Data, Bases de données distribuées, Ontologies	Séminaire Fin de cycle Formation Doctorale
BOUABDELLAH Abdelmadjid (UTC de Compiègne, France)	Pr	Réseaux avancés	Réseaux 2 Formation Doctorale
Ahcène Bounceur (UBO, France)	Dr/HDR	Réseaux mobiles	Programmation mobile Formation Doctorale
Laouid Abdelkader (Université de l'Oued)	Pr	Cybersécurité	Cybersécurité Formation Doctorale

Farhi Nadir (<i>Laboratoire Grettia de l'Université Gustave Eiffel, France</i>)	HDR/Dr	Modélisation, la régulation et la simulation du trafic dans les réseaux de transport et les systèmes de transport intelligents	Apprentissage avancé et par renforcement et
Sklab Youcef (<i>Institute of Research for Development, France</i>)	Dr	Big Data, Intelligence artificielle, technologies multi-agents	Apprentissage profond
Ghazli Abdelkader (<i>Université de Bechar</i>)	Dr	Sécurité informatique	Sécurité des réseaux
Hadjout Dalil (<i>Sonelgaz Bejaia</i>)	Dr	Big Data, Intelligence artificielle	Scrum et IA
Dr. Souadiah Kamel (<i>Sonatrach Bejaia</i>)	Dr	Cloud computing Sécurité Intelligence artificielle	Cloud computing Sécurité Intelligence artificielle

D - Synthèse globale des ressources humaines mobilisées pour la spécialité

Grade	Effectif Interne	Effectif Externe	Total
Professeurs	04	13	17
Maîtres de Conférences (A)	04	07	06
Maîtres de Conférences (B)	17	00	17
Maître Assistant (A)	01	00	01
Maître Assistant (B)	28	00	28
Personnel technique et de soutien	06	00	06
Total	60	20	80

5 - Moyens matériels spécifiques à la spécialité

A - laboratoires pédagogiques et équipements

- Centre de Calcul (15 salle de TP informatique)
- Salle EAD (Enseignement à Distance)
- Salle de TP d'électronique
- Salle multimédia de Langues

De plus, notre école dispose d'une salle de TP dédiée aux travaux pratiques de la spécialité IoT. Le tableau suivant récapitule les détails des équipements disponibles.

N°	Désignation de l'équipement	Nombre	Type d'équipements
1	Carte Arduino Mega 2560 R3	20	Carte de développement
2	Sensor Shield V5.0	20	

	Avec USB Host Shield pour Arduino Mega		
3	Arduino Wireless Shield	20	
4	Carte de développement Digi xbee grove	20	
5	Module de développement GSM GPS GPRS SIM808	20	Module de communication
6	Module Xbee série S2C antenne intégrée	20	
7	ESP8266 ESP-13 Web Server Serial wifi Shield	20	
8	Module Bluetooth émetteur et Récepteur HC-05 compatible arduino	20	
9	Kit RFID RC522 (RFID Module, RFID porte-clés, carte blanche RFID)	20	
10	Servo SG-90	20	
12	Moteur pas à pas 5V	20	
13	A4988 Pilote pour moteur pas à pas	20	Contrôleurs d'actionneur
14	variateur de Vitesse PWM DC-80W	20	
15	Module Joystick	20	
16	carte pilote ULN2003	20	
17	Kit de 37 Capteurs et Modules pour Arduino	20	Capteur et afficheur
18	Afficheur LCD 1602	20	
19	Afficheur 7 Segment 1 Digit	20	
20	Afficheur 7 Segment 4 Digit	20	
21	Dot matrix 8x8	20	
22	DS1302 Module Horloge	20	
23	Photorésistance LDR 5mm	20	
24	Capteur de température LM35	20	
25	Détection du niveau d'eau	20	
26	Détection de son	20	
27	Capteurs d'inclinaisons.	20	
28	Détecteur d'obstacle ultrason HC-SR04	20	
29	MQ-135 module de détection de qualité de l'air	20	
30	BME/BMP 280 Capteur de pression, température et humidité	20	
31	UMI 10DOF GY-87	20	
32	Capteur de flexion court	20	
33	LJ12A3-4-Z/BX Capteur de proximité capacitif NPN	20	
34	Capteur photoélectrique a fourche "mesure de vitesse"	20	
35	Module de capteur de courant HW-666 5A	20	
36	Capteur de Vibration	20	

37	Détecteur d'empreintes AS608 optical fingerprint	20	
38	Capteur de voltage analogique RB-02S009	20	
39	Capteur TTP223B Digital TOUCH V1.0	20	
40	Capteur de Température et d'humidité DHT22	20	
41	Capteur de courant HWPT01 2ma transformateur capacitif	20	
42	Capteur d'obstacle infrarouge	20	
43	Multimètre numérique	3	Appareil de mesure et outillage
44	Support à souder avec loupe - JM508	3	
45	Plaque d'essai BB-2T1D-01 (1280 Point) Breadboard	20	
46	Loupe lampe YX-138	20	
47	Station fer à Souder Air Chaud BAKU 878L	3	
48	Pack Câble de Connexion Jumper 20 cm.	20	

B - Terrains de stage et formations en entreprise

Lieu du stage	Nombre d'élèves	Durée du stage
CHU Khelil AMRANE	10	2 mois
NAFTAL	10	2 mois
CEVITAL	10	2 mois
Algerie TELECOM	10	2 mois
Ooredoo Algérie	10	2 mois
Optimum Telecom Algérie (Djezzy)	10	2 mois
Mobilis ATM	10	2 mois
SONELGAZ	10	2 mois
SONATRACH	10	2 mois
Administration publique	10	2 mois

C - Documentation disponible au niveau de l'établissement

L'école dispose d'un fond documentaire initial composé de 200 ouvrages et une opération d'acquisition d'ouvrages sera lancée dans le cadre de l'exercice budgétaire 2021. Par ailleurs, l'école ESTIN a mis en place une bibliothèque numérique alimentée par les enseignants intervenants dans la formation.

Les élèves de l'ESTIN sont également autorisés à accéder à la bibliothèque centrale de l'Université Abderrahmane MIRA de Béjaia, en attendant la mise en place de la bibliothèque centrale de l'école.

D - Espaces de travaux personnels et TIC disponibles au niveau de l'école

Type de logistique	Description
Locaux pédagogiques	<ul style="list-style-type: none"> - 02 amphithéâtres de capacité 250 places - 02 amphithéâtres de capacité 400 places - 06 amphithéâtres de capacité 300 places

	<ul style="list-style-type: none"> - 25 salles de travaux dirigés de 40 places - 29 salles de travaux pratiques de 20 places - 01 salle de conférence de capacité 180 places - 01 Auditorium de capacité 500 places
Laboratoires/projets/ équipes de recherche de soutien à la formation	<ul style="list-style-type: none"> - Laboratoire d'Informatique et des Technologies Avancées du Numérique (LITAN). En cours d'Agrément. - Laboratoire d'Informatique Médicale (UAM de Béjaia)
Bibliothèque	<ul style="list-style-type: none"> - Salle de lecture centrale d'une capacité de 700 places - Salle Internet

De plus, une mutualisation des infrastructures est prévue avec l'université Abderrahmane MIRA de Béjaia.

II – Fiches d'organisation semestrielle des enseignements de la spécialité

Semestre 1 : 1^{ère} année de second cycle (semestre commun)

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coeff icient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Personnel (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 1.1.1 Crédits : 9 Coefficients : 5	Système d'exploitation	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	55h00	40%	60%
	Réseaux 1	4	2	1h30	1h30	1h30	67h30	45h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 1.1.2 Crédits : 9 Coefficients : 5	Bases de données	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	55h00	40%	60%
	Génie logiciel	4	2	1h30	1h30		45h00	30h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 1.1.1 Crédits : 9 Coefficients : 6	Cliquez ici pour entrer du texte.Recherche Opérationnelle 1	3	2	1h30	1h30	1h30	67h30	30h00	40%	60%
	Processus aléatoires et Files d'attente	3	2	1h30	1h30		45h00	30h00	40%	60%
	Théorie des langages	3	2	1h30	1h30		45h00	30h00	40%	60%
UE Transversale Code : UET 1.1.1 Crédits : 3 Coefficients : 1	Anglais technique 1	3	1	1h30			22h30	32h30		100%
Total semestre 1		30	17	12h00	10h30	06h00	427h30	307h30		

Semestre 2 : 1^{ère} année de second cycle (semestre commun)

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 1.2.1 Crédits : 8 Coefficients : 4	Architectures distribuées et Calcul intensif	4	2	1h30	1h30		45h00	30h00	40%	60%
	Réseaux 2	4	2	1h30	1h30	1h30	67h30	30h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 1.2.2 Crédits : 10 Coefficients : 6	Intelligence Artificielle	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	55h00	40%	60%
	Sécurité informatique	5	3	1h30	1h30		67h30	55h00	40%	60%
UE Méthodologie Code UEM 1.2.1 Crédits : 9 Coefficients : 6	Recherche Opérationnelle 2	3	2	1h30	1h30		45h00	30h00	40%	60%
	Méthodes formelles	3	2	1h30	1h30		45h00	30h00	40%	60%
	Analyse numérique	3	2	1h30	1h30		45h00	30h00	40%	60%
UE Découverte Code : UED 1.2.1 Crédits : 3 Coefficients : 1	Entrepreneuriat et start up dans le Numérique	3	1	1h30			22h30	32h30		100%
Total semestre 2		30	17	12h00	10h30	3h00	405h00	292h30		

Semestre 3 : 2^{ème} année de second cycle (semestre commun)

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 2.1.1 Crédits : 9 Coefficients : 5	Fondements du Data Science	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	55h30	40%	60%
	Complexité des problèmes	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 2.1.2 Crédits : 9 Coefficients : 5	Bases de données avancées	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	55h00	40%	60%
	Ingénierie du logiciel	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 2.1.1 Crédits : 9 Coefficients : 6	Cloud Computing	3	2	1h30		1h30	45h00	27h30	40%	60%
	Conduite de projet	3	2	1h30	1h30		45h00	30h00	40%	60%
	Analyse de données	3	2	1h30	1h30		45h00	32h30	40%	60%
UE Transversale Code : UET 2.1.1 Crédits : 3 Coefficients : 1	Anglais technique 2	3	1		1h30		22h30	32h30	40%	60%
Total semestre 3		30	17	10h30	10h30	04h30	382h30	343h00		

Semestre 4 : 2^{ème} année de second cycle, Option : Ingénierie des Systèmes Intelligents et Connectés

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 2.2.1 Crédits : 11 Coefficients : 6	Apprentissage machine	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	55h00	40%	60%
	Capteurs et acquisition de données	3	2	1h30		1h30	45h00	30h00	40%	60%
	Systèmes embarqués 1	4	3	1h30		03h00	67h30	45h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 2.2.2 Crédits : 11 Coefficients : 8	Sécurité des réseaux	3	2	1h30	1h30		45h00	30h00	40%	60%
	Réseaux Mobiles	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	55h00	40%	60%
	IoT et ses protocoles	4	3	1h30		1h30	45h00	30h00	40%	60%
UE Découverte Code : UED 2.2.1 Crédits : 6 Coefficients : 4	Développement mobile 1	3	2	1h30		1h30	45h00	30h00	40%	60%
	Analyse et traitement de signal	3	2	1h30	1h30		45h00	32h30	40%	60%
	Total semestre 4	30	20	12h00	6h00	10h30	427h30	307h30	100%	100%

Semestre 5 : 3^{ème} année de second cycle, Option : Ingénierie des Systèmes Intelligents et Connectés

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 3.1.1 Crédits : 9 Coefficients : 5	Apprentissage machine avancée	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	55h00	40%	60%
	Systèmes embarqués 2	4	2	1h30		3h00	45h00	45h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 3.1.2 Crédits : 14 Coefficients : 8	Systèmes IoT avancés	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	55h00	40%	60%
	Modélisation et Simulation des réseaux	4	2	1h30	1h30		45h00	30h00	40%	60%
	Algorithmes distribués	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	45h00	40%	60%
Découverte Code : UED 3.1.1 Crédits : 7 Coefficients : 4	Développement mobile 2	4	2	1h30		1h30	45h00	30h00	40%	60%
	Technologies spatiales d'IoT	3	2	1h30	1h30		45h00	30h00	40%	60%
	Total semestre 5	30	17	10h30	7h30	9h30	382h30	290h	100%	100

Semestre 6 : 2^{ème} année de second cycle, Option : Ingénierie des Systèmes Intelligents et Connectés

Stage en entreprise sanctionné par un mémoire et une soutenance.

	VH	Crédit	Coeff
Travail Personnel	400	15	07
Stage en entreprise	250	10	05
Encadrement	100	05	03
Total Semestre 6	750	30	15

Évaluation du Projet de Fin de Cycle

- Valeur scientifique (Appréciation du jury) /6
- Rédaction du Mémoire (Appréciation du jury) /5
- Présentation et réponse aux questions (Appréciation du jury) /5
- Appréciation de l'encadreur /4

III -Programme détaillé par matière

A. Programme détaillé du Semestre 1

Semestre : S1
Unité d'enseignement : UEF 1.1.1
Matière 1: Système d'exploitation
VHS: 67h30 (Cours: 1h30, TD: 1h30, TP: 1h30)
Crédits : 5
Coefficient : 3

OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT:

- Maîtriser les principaux mécanismes internes des systèmes d'exploitation et leur application.
- Approfondir les différents concepts utiles pour la conception d'un système d'exploitation ou la programmation système ainsi que les systèmes d'exploitation distribués.

CONNAISSANCES PRÉALABLES RECOMMANDÉES:

- Systèmes de numération et composants de base de l'ordinateur
- La base de l'architecture des ordinateurs
- Notions de base sur les systèmes d'exploitation.

CONTENU DE LA MATIÈRE:

Chapitre 1: Introduction

1. Notion de système d'exploitation.
2. Fonctions et rôles.
3. Exemples de systèmes d'exploitation (Windows, Unix, Android,...etc.).

Chapitre 2: Processus et Threads

1. Définitions:
 - 1.1. Notion de Programme.
 - 1.2. Notion de Processus.
 - 1.3. Notion de Thread.
 - 1.4. Notion de Ressource.
2. Différents états d'un processus.
3. Hiérarchies de processus.

Chapitre 3: Concurrence et Synchronization

1. Relations entre processus (concurrence and synchronization).
2. Techniques d'ordonnement de processus:
 - 2.1. Critères (Equité, efficacité, temps de réponse, temps d'exécution, rendement).
 - 2.2. Algorithmes d'ordonnement (parmi les plus utilisés) :
 - 2.2.1. Tourniquet (Round Robin RR).
 - 2.2.2. Algorithme du premier entré, premier servi ou FCFS (First Come First-Served).
 - 2.2.3. Algorithme du travail le plus court d'abord ou SJF (Shortest Job First).
 - 2.2.4. Algorithme du temps restant le plus court ou SRT (Shortest Remaining Time).
 - 2.2.5. Algorithme avec priorité.
3. Interblocage

Chapitre 4: Gestion de la mémoire

1. Objectifs d'un gestionnaire de la mémoire :
 - 1.1. Role.
 - 1.2. Exigence.
2. Fonctions.
3. Modes de partage de la mémoire:
 - 3.1. Système monoprogrammé.
 - 3.2. Système multiprogrammé.

3.2.1. Partitions fixes.

3.2.2. Partitions variables.

4. Protection de la mémoire :

4.1. Système monoprogrammé.

4.2. Système multiprogrammé.

5. Partage de code.

6. Mémoire virtuelle.

Chapitre 5: Entrées/Sorties

1. Définition d'une E/S.

2. Types d'E/S.

3. Organisation des transferts (instructions d'E/S, découpage fonctionnel matériel/logiciel d'une E/S).

4. Modes de pilotage d'une E/S: mode synchrone, asynchrone, canal.

5. Gestion des E/S simultanées. Definition of I/O.

Chapter 6: Systèmes de fichiers

1. Définitions.

2. Le support physique:

2.1. Formatage physique.

2.2. La taille du disque.

2.3. Disk addresses.

2.4. Adresses sur le disque.

2.5. Les temps d'accès.

2.5.1. Temps de lecture d'un secteur.

2.5.2. Attendre un secteur.

2.5.3. Changer de piste.

2.6. Formatage logique.

3. Organisation de l'espace disque.

4. Gestion des blocs libres.

5. Les principaux systèmes de fichiers.

MODE D'ÉVALUATION: Examen (60%), contrôle continu (40%)

RÉFÉRENCES:

1. Silberschatz, A., and Gagne, G., and Galvin, P. B., “*Operating system concepts*”, Tenth Edition, Edition Wiley, 2018.

2. Stallings, W., “*Operating Systems, Internals and Design Principles*”, Edition Prentice-Hall, 2009.

3. Tanenbaum, A. S., “*Systèmes d’exploitation*“, 3^{ème} édition, Édition Pearson, 2008.

4. Silberschatz, A., and Galvin, P., Baer and Gagne, G., “*Principes appliqués des systèmes d’exploitation avec Java*“, Edition Vuibert, 2001.

5. ZERTAL Soumia, “*Le Cloud et la Virtualisation*“, Edition 2.0, 2020.

Semestre : S1
Unité d'enseignement : UEF 1.1.1
Matière 2: Réseaux 1
VHS: 67h30 (Cours: 1h30, TD: 1h30, TP: 1h30)
Crédits : 4
Coefficient : 2

OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT:

L'objectif de ce cours est d'initier l'étudiant aux concepts des réseaux locaux : leurs technologies, leurs architectures, les protocoles y afférents. L'étudiant saura donc définir au final une architecture de réseau local avec un plan d'adressage IP.

Ce cours sera accompagné par un TD et un TP par semaine.

CONNAISSANCES PRÉALABLES RECOMMANDÉES:

- Notions de base de l'électricité et l'électronique
- Systèmes d'exploitation de base

CONTENU DE LA MATIÈRE:

Chapitre 1 : Généralités sur les réseaux

1. C'est quoi un réseau?
2. C'est quoi un réseau informatique ?
3. Topologies des réseaux
4. Liaison entre les nœuds
5. Modes de fonctionnement d'un réseau
6. Classification des réseaux
7. Les principes de base de l'adressage (MAC/IP)
8. Modèles de conception d'un réseau

TP (connaître les éléments de base, réalisation d'un réseaux local, configuration de base d'un commutateur, passerelle réseau)

Chapitre 2 : Technologie des réseaux locaux

1. Technologie Ethernet
2. Technologie VLAN
3. Routage inter-VLAN

TP (Segmentation réseau par les VLANs, routage inter VLANs)

Chapitre 3 : Redondances et agrégation des liens

1. Conception hiérarchique du réseaux
2. Le protocole spanning-tree
3. Le protocoles LACP/ PAgP

TP (Redondance et Agrégation des liens)

Chapitre 4: Transmission des données

1. Role de la couche physique
2. Modes de transmission (simplex, half duplex, fullduplex)
3. Transmission série/parallèle
4. Notion de bande passante et débit de transmission
5. Mode de transmission (Analogique/ Numérique)

6. Multiplexage

TP (jonction ETCD/ETTD)

Chapitre 5: Liaison de données

1. Définitions et rôle.
2. Sous couche LLC
 1. Notion de trame
 2. Le contrôle des erreurs
 3. Le contrôle de flux
3. Sous couche MAC
 1. Notion de collision
 2. Protocole d'accès multiple

MODE D'ÉVALUATION:

Examen (60%), contrôle continu (40%),

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES:

1. Mühlethaler, P., "*802.11 et les réseaux sans fil*", Eyrolles, 2002.
2. Cisco system (Paris), Soubrier, C., "*Architecture de réseaux et études de cas*", Campus Press, 1999.
3. Toutain, L., "*Réseaux locaux et intranet*", Lavoisier, 2003.

Semestre : S1

Unité d'enseignement : UEF 1.1.2

Matière 1 : Bases de données

VHS : 67h30 (Cours : 1h30, TD : 1h30, TP : 1h30)

Coefficient : 3

Crédits : 5

OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT :

Le cours de bases de données permet l'introduction du domaine de la conception et de la manipulation des données ainsi que l'utilisation des technologies relatives au domaine.

CONNAISSANCES PRÉALABLES RECOMMANDÉES :

Algorithmique et structures de données, structures de fichiers, Logique Mathématique.

CONTENU DE LA MATIÈRE :

Chapitre 1. Concepts Modélisation des données

1. Rappel des concepts de base de la modélisation (Entité Association et UML)
2. Modélisation des Contraintes d'Intégrité

Chapitre 2. Le Modèle relationnel

1. Concepts de base du modèle
2. Passage de l'entité-association vers le modèle relationnel
3. Théorie de la normalisation
4. Algèbre relationnelle
5. Le langage algébrique

Chapitre 3. Manipulation des bases de données

1. Composantes du langage SQL
2. Data Definition Language (Langage de Définition des Données)
3. Data Manipulation Language (Langage de Manipulation des Données)

Chapitre 4. Administration des bases de données

1. Gestion et manipulation des index
2. Gestion et manipulation des transactions
3. Gestion de la sécurité des bases de données

MODE D'ÉVALUATION : Examen (60%), contrôle continu (40%)

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES:

1. Churcher, C., *"Beginning Database Design, from novice to professional"*, Apress, 2007.
2. Teorey, T., *"Database modeling and design"*, Morgan Kaufmann, 1998.
3. Giles Roys, N. B., *"Conception de bases de données avec UML"*, Presses Université Quebec, 2007.
4. Gardarin, G., *"Bases de données"*, Eyrolles, 1987.
5. Meires, A., *"Introduction pratique aux bases de données"*, Eyrolles, 2005.
6. Soutou, C., *"de UML à SQL, Conception des bases de données"*, Eyrolles, 2002.

Semestre : S1
Unité d'enseignement : UEF 1.1.2
Matière 4 : Génie Logiciel
VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TD, 1h30)
Crédits : 4
Coefficient : 2

OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT :

L'objectif de ce cours est de comprendre le processus de développement du logiciel, en particulier les phases d'analyse et de conception orientée objet.

CONNAISSANCES PRÉALABLES RECOMMANDÉES :

Connaissances en systèmes d'information.

CONTENU DE LA MATIÈRE :

Chapitre 1 : Introduction au Génie Logiciel

Chapitre 2 : Introduction aux méthodes de génie logiciel.

Chapitre 3 : Introduction à UML.

Chapitre 4 : Analyse : Objet et classes

Chapitre 5 : Analyse: Comportement

Chapitre 6 : Conception de haut niveau. Architecture logicielle

Chapitre 7: Conception détaillée

Chapitre 8: Implémentation et tests

MODE D'ÉVALUATION : Examen (60%), contrôle continu (40%)

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. ENGINEERING SOFTWARE PRODUCTS. An Introduction to Modern Software Engineering. Global Edition Ian Sommerville 2020
2. Software Engineering I. Sommerville. Addison-Wesley, Harlow, England, 9 edition, (2010)
3. Gustafson, D., "Génie Logiciel", Dunod, Paris, 2003
4. Lemoine, M., "Précis de génie logiciel", Masson, Paris, 1996
5. Roques, P., "UML 2 par la pratique - Etudes de cas et exercices corrigés", éditions eyrolles, 2006.
6. Gabay, J., Gabay, D., "UML 2 Analyse et conception, Mise en œuvre guidée avec études de cas", Dunod, 2008.
7. Charroux, B., Osmani, A., Thierry-Mieg, Y., "UML 2, pratique de la modélisation", collection synthex, 2009.

Semestre : S1
Unité d'enseignement : UEM 1.1.1
Matière 5: Recherche Opérationnelle 1
VHS: 45h00 (Cours : 1h30, TD: 1h30, TP: 1h30)
Crédits : 3
Coefficient : 2

OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT :

L'objectif de cette matière est de d'initier l'étudiant à interpréter, structurer et modéliser des données et pouvoir résoudre les problèmes d'optimisation et d'ordonnancement.

CONNAISSANCES PRÉALABLES RECOMMANDÉES :

Notions de base acquises des mathématiques de la première et deuxième année du parcours.

CONTENU DE LA MATIÈRE :

Chapitre 1. Notions fondamentales de la théorie des graphes

- 1.1 Introduction
- 1.2 Graphes orientés
 - 1.2.1 Définitions
 - 1.2.2 Prédécesseurs, successeurs et voisins d'un sommet
 - 1.2.3 Degré d'un sommet
 - 1.2.4 Sommet isolé et sommet pendant
 - 1.2.5 Graphe simple et graphe multiple
 - 1.2.6 Représentation matricielle
 - 1.2.6.1 Matrice d'adjacence
 - 1.2.6.2 Matrice d'incidence
- 1.3 Graphes non orientés
- 1.4 Quelques classes de graphe importantes
- 1.5 Sous-graphes

Chapitre 2. Problèmes de chemins dans un graphe

- 2.1 Chaînes et Chemins
 - 2.1.1 Chaînes
 - 2.1.2 Chemins
 - 2.1.3 Quelques propriétés
- 2.2 Cycles et Circuits
 - 2.2.1 Cycles
 - 2.2.2 Circuits
 - 2.2.3 Quelques propriétés
 - 2.2.4 Conditions nécessaires d'acyclicité
- 2.3 Connexité et forte connexité
 - 2.3.1 Connexité
 - 2.3.1.1 Définitions
 - 2.3.1.2 Condition nécessaire de connexité
 - 2.3.1.3 Algorithme de recherche des composantes connexes

- 2.3.1.4 Isthmes et points d'articulation
- 2.3.1.5 Distance, diamètre
- 2.3.2 Forte connexité
 - 2.3.1.1 Définitions
 - 2.3.1.2 Les composantes fortement connexes et le graphe réduit
 - 2.3.1.3 Algorithme de recherche des composantes fortement connexes
- 2.4 Les cheminements remarquables
 - 2.4.1 Les cheminements eulériens
 - 2.4.2 Les chemins hamiltoniens
- 2.3 Quelques algorithmes intéressants
 - 2.3.1 Algorithme d'obtention de la fermeture transitive d'un graphe
 - 2.3.2 Algorithme permettant de tester l'absence de circuit
 - 2.3.3 Algorithme d'obtention d'un circuit
 - 2.3.4 Algorithme d'obtention des niveaux d'un graphe sans circuit

Chapitre 3. Arbres et arborescences

- 3.1 Arbres
 - 3.1.1 Propriétés des arbres
 - 3.1.2 Problème de l'arbre de poids minimum
 - 3.1.2.1 Algorithme de Kruskal
 - 3.1.2.2 Algorithme de Prim
- 3.2. Arborescences
- 3.3. Arborescence de poids minimum

Chapitre 4. Coloration et couplage

- 4.1. Coloration des sommets
 - 4.1.1. Définitions
 - 4.1.2. Algorithme de coloration de Welsh-Powell
 - 4.1.3. Bornes pour le nombre chromatique
- 4.2. Couplage
 - 4.2.1. Définitions
 - 4.2.2 Problème de couplage maximum
 - 4.2.3 Caractérisation d'un couplage maximum
 - 4.2.4 Algorithme d'obtention d'un couplage maximum dans un graphe biparti

Chapitre 5. Plus court chemin

- 5.1 Définitions et position du problème
- 5.2 Conditions d'existence des solutions
- 5.3 Algorithmes de résolution
 - 5.3.1 Algorithme de Bellman
 - 5.3.2 Algorithme de Dijkstra
 - 5.3.3 Algorithme de Ford

Chapitre 6. Problème de Flots

- 6.1 Position du problème et généralités
- 6.2 Problème de coupe minimale

6.3 Algorithme de Ford-Fulkerson

Chapitre 7. Problème d'ordonnement

7.1 Introduction

7.2 Définitions et généralités

7.3 Méthodes d'ordonnement de projets

7.4 Diagramme de Gantt

7.5 Méthode PERT

7.5.1 Tâche fictive

7.5.2 Calcul des dates des étapes

7.5.3 Calcul des dates des tâches

7.5.4 Marges totales et libres d'une tâche

7.5.5 Tâches et chemin critiques

7.5.6 Les étapes de la méthode PERT

7.6 Méthode MPM

7.6.1 Construction d'un graphe MPM

7.6.2 Calculs des dates des tâches

Chapitre 8. Programmation dynamique

8.1 Principe d'optimalité

8.2 Equation de Bellman

8.3 Plus longue sous-séquence commune

8.4 Programmation dynamique dans les arbres

8.5 Problème du sac à dos

8.6 Problème de voyageur de commerce

MODE D'ÉVALUATION : Examen (60%), contrôle continu (40%)

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES:

1. Roseaux, *“Exercices de Recherche opérationnelle: Tome 3, programmation linéaire et extensions des problèmes classiques”*. Masson. 1991
2. Bazaraa M., et Jarvis, J.J., *“Linear programming and network flows”*, J. Wiley and Sons, 1977.
3. BENGHEZAL A.F, *“Programmation linéaire”*, OPU, 2ème Edition, Ben Aknoun, Alger, 2006

Semestre : S1
Unité d'enseignement : UEM 1.1.1
Matière 6 : Processus aléatoires et Files d'attente
VHS: 67h30 (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits : 3
Coefficient : 2

OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT:

Permettre à l'étudiant d'approfondir ses connaissances en processus aléatoires, chaînes de Markov, files d'attente et l'introduire à la formulation de problèmes par la modélisation en systèmes de réseaux.

CONNAISSANCES PRÉALABLES RECOMMANDÉES:

Des connaissances en statistiques, et probabilités de base et du formalisme mathématique sont nécessaires pour suivre ce module.

CONTENU DE LA MATIÈRE:

PARTIE 1 : Processus aléatoires et chaînes de Markov

1. Introduction aux processus aléatoires

- 1.1 Notion de Processus Aléatoire
- 1.2 Processus stationnaires (strictement stationnaire, faiblement stationnaire, à accroissements stationnaires)
- 1.3 Processus à accroissements indépendants

2. Chaînes de Markov à temps discret

- 2.1 Définitions
- 2.2 Propriétés fondamentales
 - 2.2.1 Relation de Chapman-Kolmogorov
 - 2.2.2 Mesure de probabilité d'une chaîne de Markov et régime transitoire.
- 2.3 Classification des états et paramètres de performances
 - 2.3.1 États accessibles
 - 2.3.2 États récurrents et transients
 - 2.3.3 Périodicité
- 2.4 Régime permanent et distribution limite
- 2.5 Distributions stationnaires
- 2.6 Chaînes de Markov absorbantes et matrice fondamentale
 - 2.6.1 Délais d'absorption
 - 2.6.2 Probabilités d'absorption

3. Chaînes de Markov à temps continu

- 3.1 Définitions
- 3.2 Probabilités de transition
- 3.3 Equations de Chapman Kolmogorov
- 3.4 Générateur infinitésimal
- 3.5 Calcul de la matrice $P(t)$
- 3.6 Loi de $X(t)$

3.7 Classification des états

3.8 Distribution stationnaire

4. Processus de Poisson

4.1 Introduction

4.2 Processus de comptage

4.3 Définitions et propriétés principales

4.4 Processus de Poisson et loi exponentielle

4.5 Décomposition, superposition

4.6 Processus de Poisson et loi uniforme

5 Processus de naissance et de mort

5.1 Définitions

5.2 Postulats du Processus de naissance et de mort

5.3 Equations différentielles dans les processus de naissance et de mort

5.4 Régime transitoire

5.5 Régime stationnaire

5.6 Graphe des transitions

Partie 2: Files d'attente

1. Systèmes de files d'attente

1.1 Introduction

1.2 Discipline du service

1.3 Classification des systèmes d'attente

1.4 Systèmes d'attente Markoviens (M/ M/1, M/ M/1/K, M/ M/ s, M/ M/ ,...)

1.5 Systèmes d'attente non Markoviens (M/ G/1, G/ M/1,...)

2. Génération de nombres aléatoires et simulation

2.1 Génération de nombres pseudo-aléatoires

2.1.1 Méthode du carré médian

2.1.2 La méthode de Fibonacci

2.1.3 Générateurs à congruence linéaire

2.2 Génération de variables aléatoires

2.2.1 Méthode de la transformation inverse

2.2.2 Méthode de Rejet-Acceptation

2.2.3 Méthode de composition

2.2.4 Méthode de convolution

2.2.5 Génération de nombres aléatoires suivant une loi normale

2.2.6 Génération à partir de distributions fréquemment utilisées

2.3 Simulation d'une chaîne de Markov à temps discret

2.4 Simulation à événements discrets (Simulation de files d'attente)

MODE D'ÉVALUATION: Examen (60%), contrôle continu (40%)

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES:

1. Gaver D.P and Thompson G.L, "*Programming and Probability Models in Operations Research*", Brooks/Cole publishing company, 1973.
2. Moder J.J. and Elmaghrabi S. E., "*Handbook of Operations Research: Foundations and Fundamentals*", Van Nostrand Reinhold Company, 1978.

Semestre : S1
Unité d'enseignement : UEM 1.1.1
Matière 7: Théorie des langages
VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TD : 1h30)
Crédits : 3
Coefficient : 2

OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT :

À la fin du Semestre l'étudiant doit comprendre comment engendrer (Grammaires), reconnaître (Automates) et dénoter (Expressions Régulières) un langage de programmation évolué. Ces langages de programmation sont utilisés pour écrire des programmes sources. Ces programmes sources doivent être compilés (vient l'étape de la compilation pour transformer le programme écrit en langage de programmation évolué en un langage machine compréhensible par l'appareil passant par trois phases principales: lexicale, syntaxique et sémantique) pour qu'ils soient exécutables par la machine.

CONNAISSANCES PRÉALABLES RECOMMANDÉES :

Connaître les notions de base de l'algorithmique, de programmation et de mathématiques.

CONTENU DE LA MATIÈRE:

Chapitre introductif :

- Introduction générale La Théorie des Langages (THL) et la compilation

Partie I: Théorie des Langages (THL)

- **Chapitre1 : Rappel mathématiques** :(la théorie des ensembles : ensembles, relation, application, fonction et la loi de composition interne).
- **Chapitre 2 : La Théorie des Langages** (L'alphabet, le mot et le langage formel).
- **Chapitre 3 : La Théorie des Langages** (les grammaires et classification des grammaires).
- **Chapitre 4: La Théorie des Langages** (présentation, détermination et minimisation des automates d'états finis).
- **Chapitre 5: La Théorie des Langages** (les Langages réguliers et les expressions régulières)
- **Chapitre 6: La Théorie des Langages** (les Langages algébriques)
- **Chapitre 7: La Théorie des Langages** (Les automates à piles).
- **Chapitre8: La Théorie des Langages** (machine de Turing).

Partie II : Compilation

- Phase lexicale
- Phase Syntaxique
- Phase sémantique

MODE D'ÉVALUATION: Examen (60%), contrôle continu (40%)

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

1. Floyd, R., Biegel, R., *“Le Langage des Machines : Introduction à la calculabilité et aux langages formels”*, Thomson Publishing, France, 1994.
2. Hopcroft, J.E., Ullman, J.D., *“Introduction to Automata Theory and Computation”*, Addison Wesley Publishing Company, 1979.
3. Wolper, P., *“Introduction à la calculabilité”*, InterEditions, Paris, 1991.
4. M. Autebert Théorie des langages et des automates. 1994, Masson. J. Hopcroft, J. Ullman. Introduction to Automata Theory, Languages and Compilation 1979, Addison- Wesley

Semestre : S1
Unité d'enseignement : UET 1.1.1
Matière 8 : Anglais technique 1
VHS : 22h30 (Cours : 1h30)
Crédits : 3
Coefficient: 1

OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT :

L'objectif de ce cours est de familiariser l'étudiant aux concepts de l'informatique en anglais.

CONNAISSANCES PRÉALABLES RECOMMANDÉES :

Anglais de base.

CONTENU DE LA MATIÈRE :

Unit 1 : Hobby, Addiction, or Future Job?

Unit 2 : Computing

Unit 3 : The Development of Computers

Unit 4 : Personal Computers

Unit 5 : Computer and Crime

Unit 6 : Computer Security

Unit 7 : Virtual Reality

Unit 8 : IT Revolution

Unit 9 : Humor the Computer

MODE D'ÉVALUATION: Examen (100%)

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

1. *“English for Computer Science Students”*, Moscou, Maison d'édition "FLINT", 2017, ISBN 978-5-89349-203-3
2. *“English++ English for Computer Science Students”*, Complementary Course Book open book, Jagiellonian Language Center Jagiellonian University Cracow, 2008.

B. Programme détaillé du Semestre 2

Semestre : S2
Unité d'enseignement : UEF 1.2.1
Matière 1: Architectures distribuées et Calcul intensif
VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TD: 1h30)
Crédits : 4
Coefficient : 2

OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT :

L'objectif de ce cours est d'initier l'étudiant aux concepts mis en œuvre dans l'organisation et le fonctionnement des architectures modernes (technologie RISC, techniques de pipelining, hiérarchie de la mémoire, classification des architectures multiprocesseurs, ...). Il s'agit également de maîtriser les mécanismes de base du calcul haute performance, d'évaluer les performances d'une architecture et d'appréhender la vision du parallélisme et des architectures multiprocesseurs.

A l'issue de ce cours, l'étudiant doit être capable d'extraire d'un ordinateur moderne ses principales caractéristiques architecturales, d'évaluer les performances de son CPU et de comprendre le fonctionnement et l'interaction entre ses différentes unités fonctionnelles.

CONNAISSANCES PRÉALABLES RECOMMANDÉES :

- Architecture de base des ordinateurs
- Systèmes d'exploitation de base

CONTENU DE LA MATIÈRE :

Chapitre 1 : Fondements des architectures conventionnelles

Evolution technologique

Loi de Moore, performances intrinsèques et limites

Introduction aux thèmes adressés dans le cours.

Chapitre 2 : Analyse des performances des architectures

Introduction aux différents paramètres d'évaluation des performances. (Exigences fonctionnelles, Tendances technologiques, Performance, Energie et Puissance, Prix, Objectifs de disponibilité).

Mesure et analyse de la performance :

Définition et objectifs

Introduction et calcul de différentes métriques : CPU Time, CPI, MIPS, MFLOPS.

Comparaison des performances de deux architectures.

Les benchmarks : Benchmark classique, Benchmark suites : SPEC, SPECRatio

Amélioration de la performance : Loi d'Amdahl

Puissance et énergie : Alimentation électrique, Solutions de refroidissement, Thermal Design Power (TDP), énergie et efficacité énergétique, méthodes pour améliorer l'efficacité énergétique

Coût et Fiabilité des architectures.

Chapitre 3: Mémoire hiérarchique

Définition

Métrique d'évaluation des performances: Access time, Memory cycle time, Transfer rate.

Principe de localité : Spatiale et temporelle.

La mémoire cache :

Fonctionnement

Performance

Stockage secondaire et RAID

Mémoire virtuel

Mémoire émergentes (NVM, ..)

Chapitre 4 : Instruction Level parallelism (ILP)

Introduction au concept de ILP

Architecture pipeline.

Architecture super-pipeline.

Architecture supersalaire

Architecture Very Large Instruction Word (VLIW)

Architectures CISC vs. RISC.

Chapitre 5: Organisation parallèle du hardware : Data-Level Parallelism

Introduction et motivation

Taxonomie de Flynn

Architecture multiprocesseur : Symmetric multiprocessors (SMP), etc.

Architecture multi-cœur (multi-core).

Simultaneous multithreading (SMT)

Le problème de cohérence du cache.

Processors GPU et GPGPU.

Chapitre 6: Interface de programmation parallèle

Pthreads

OpenMP

MPI (Message Passing Interface)

CUDA (Compute Unified Device Architecture)

OpenCL

(Il est préférable de consacrer des séances de travaux pratiques pour ce chapitre 6)

Chapitre 7 : Approches alternatives de traitement parallèle

Clusters / Warehouse-scale computers (WSC)

Edge computing et IoT

High performance computing (HPC) pour les applications scientifiques et d'ingénierie.

Intelligence artificielle et accélérateurs matériels dédiés

Neural Processing Unit

MODE D'ÉVALUATION : Examen (60%), contrôle continu (40%)

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

1. Gerofi, B., Ishikawa, Y., Riesen, R., & Wisniewski, R. W., “*Operating Systems for Supercomputers and High Performance Computing*”, Vol.1, Springer, 2019.
2. Zimmer, A., “*The Anatomy of a High-Performance Microprocessor: A Systems Perspective*”, Edition Har/Cdr , 1998.
3. Tanenbaum, A. S, and Bos, H., “*Modern operating systems*”, Edition Pearson, 2015.
4. El-Rewini, H., & Abd-El-Barr, M., “*Advanced computer architecture and parallel processing*”, Edition Wiley, Vol. 42, 2005.
5. University of Wisconsin-Madison. WWW Computer Architecture Page. <http://pages.cs.wisc.edu/~arch/www/books.html>.

Semestre : S2
Unité d'enseignement : UEF 1.2.1
Matière 2: Réseaux 2
VHS: 67h30 (Cours: 1h30, TD: 1h30, TP: 1h30)
Crédits : 4
Coefficient : 2

OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT:

L'objectif de ce cours est d'initier l'étudiant aux réseaux longues distances et les technologies associées. L'étudiant apprendra également le routage dynamique, la notion de qualité de service dans les réseaux et les réseaux mobiles. Le cours attache un intérêt particulier à la couche transport ; réseau et à certains protocoles de la couche application, le DNS notamment.

Ce cours sera accompagné par un TD et un TP par semaine.

CONNAISSANCES PRÉALABLES RECOMMANDÉES:

- Réseau 1
- Notions de base de l'électricité et l'électronique
- Systèmes d'exploitation de base

CONTENU DE LA MATIÈRE:

Chapitre 1: Adressage IPV4/ IPV6

1. FLSM./ VLSM
2. NAT
3. IPV6

TP (Découverte de l'architecture internet ainsi que le NAT, adresse privée/publique) , IPV6.

Chapitre 2: Routage Statique et dynamique

1. Routage statique (Standard , défaut; ...)
2. Le routage dynamique et le routage sur Internet (RIP , OSPF , BGP)

TP (Configuration de routage statique/ dynamique (RIP , OSPF et BGP))

Chapitre 3: Protocoles de transport

1. Rôle et position dans le modèle OSI - TCP/IP
2. Notion de contrôle de flux et de récupération sur erreur
3. Notion de port
4. Protocole TCP (mode connecté) :
5. Protocole UDP (mode non connecté)
6. Interface de programmation réseaux : Les sockets

TP (Utilisation de Telnet, FTP, WireShark)

Chapitre 4: La qualité de service (QoS) dans les réseaux IP

1. Définitions et problématique.
2. Mécanismes pour gérer la Qualité de Service (QoS)
3. Architectures de la QoS: best effort, IntServ, DiffServ; Service à charge contrôlée.

4. Le protocole de signalisation RSVP
5. Contrôle de congestion et contrôle de flux.

TP (Mise n'ouvre d'un mécanisme de QoS sur les routeur)

MODE D'ÉVALUATION: Examen (60%), contrôle continu (40%)

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES:

1. Mühlethaler, P., "*802.11 et les réseaux sans fil*", Eyrolles, 2002.
2. Cisco system (Paris), Christian Soubrier, "*Architecture de réseaux et études de cas*", Campus Press, 1999.
3. Tanenbaum, A., "*Réseaux: Architectures, protocoles, applications*". Ed.: InterEditions, 3ème édition, 1997.
4. Kurose, J.F. and Ross, K.W., "*Computer Networking: A Top-Down Approach Featuring the Internet*", Pearson, 3ème édition, 2004.
5. Ferguson, P., Huston, G., "*Quality of Service: Delivering QoS on the Internet and in Corporate Network*", Wiley, 1st edition, 1998.
6. Jain, R., "*The art of computer systems performance analysis*", John Wiley & Sons, 2008.

Semestre : S2
Unité d'enseignement : UEF 1.2.2
Matière 3: Intelligence artificielle
VHS :67h30 (Cours: 01h30, TD: 1h30, TP: 1h30)
Crédits : 5
Coefficient : 3

OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT :

Après avoir acquis cette matière, l'étudiant sera capable de :

- Résoudre des problèmes d'Intelligence artificielle.
- Concevoir des systèmes d'intelligence artificielle (systèmes experts, etc.).
- Pouvoir étudier des techniques avancées d'intelligence artificielle.

CONNAISSANCES PRÉALABLES RECOMMANDÉES :

Des connaissances en mathématiques, en logique et une maîtrise de la programmation.

CONTENU DE LA MATIÈRE :

Chapitre 1 : Introduction générale

- Définition de l'IA
- Historique de l'IA
- Paradigmes de l'IA
- Les applications de l'IA

Chapitre 2 : Logique

- Logique de 1^{er} ordre
- Inférence avec chaînage avant, chaînage Arrière , Résolution (Proof par réfutation)
- Systèmes experts

Chapitre 3 : Stratégies de recherche

- Algorithmes de recherche non-informes

Algorithme BFS

Algorithme DFS

Algorithme IDDF

Algorithme LDFS

- Algorithmes de recherche informes

Les heuristiques

Recherche Glouton

Algorithme A*

Chapitre 4 : Jeux

- Modélisation des jeux

Définitions des jeux, jeux d'Halving

- Evaluation des jeux (Évaluation de la valeur d'un jeu donné deux poli Recherche

- Expectimax (Trouver la politique optimale de l'agent contre une politique d'adversaire fixe (aléatoire).

- Algorithme Minimax
- Expectiminimax
- Fonctions d'évaluation
- Jeux simultanés

Chapitre 5 : Problèmes CSP

- Définition des CSPs

- Types des CSPs
- systématique
- genere et teste (GET)
- simple retour arriere (SRA) ou (backtracking (BT))
- Techniques de filtrage
- consistance de nœud (NC), d'arc (AC), de chemin (PC) . . .
- Techniques de propagation de contraintes forward checking (FC) look ahead (LH)
- Techniques basées sur l'ordre des variables et des valeurs heuristiques)

Chapitre 6 : Réseaux de Markov

- Vue d'ensemble (Connecter les graphes de facteurs avec la probabilité.)
- Échantillonnage de Gibbs (Échantillonnage de Gibbs pour le calcul des probabilités marginales.)
- Indépendance conditionnelle (Exploiter l'indépendance conditionnelle dans les réseaux de Markov (diapositives uniquement).

Chapitre 8: Introduction à l'IA avancée

- Introduction a l'apprentissage machine (Méthodes supervises, non supervise et renforcement Learning)
- Quelques langages de programmation à l'IA

MODE D'ÉVALUATION : Examen (60%), contrôle continu (40%)

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

1. Nilsson, N. J., "*Principles of artificial intelligence*", Morgan Kaufmann, 2014.
2. Ginsberg, M., "*Essentials of artificial intelligence*", Newnes, 2012.
3. Nilsson N., and Nilsson, N. J., "*Artificial intelligence : a new synthesis*", Morgan Kaufmann, 1998.
4. Russell S., and Norvig, P., "*Artificial intelligence: a modern approach*", Aima.cs.berkeley.edu, 2002.
5. Haton, J. P., Bouzid N., and Charpillet, F., "*Le raisonnement en intelligence artificielle*", Interditions, 1991.

Semestre : S2
Unité d'enseignement : UEF 1.2.2
Matière 4 : Sécurité informatique
VHS: 67h30 (Cours: 1h30, TD: 1h30, TP: 1h30)
Crédits : 5
Coefficient : 3

OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT:

Ce cours présente les aspects fondamentaux de la sécurité informatique, notamment, les aspects de la cryptographie et de la gestion des clés. L'élève doit donc savoir réaliser des analyses de risque, utiliser quelques outils cryptographiques pour les échanges de clé et la certification.

CONNAISSANCES PRÉALABLES RECOMMANDÉES:

Connaître les notions de base de l'algorithmique, systèmes d'exploitation, réseaux et de mathématiques.

CONTENU DE LA MATIÈRE:

Chapitre 1: Concepts de base

1. Motivation

- Sensibilisation des élèves aux problèmes de sécurité par les chiffres
- Sensibilisation des élèves aux problèmes de sécurité par des exemples : virus, ver, cheval de Troie, spyware, spam, etc.

2. Généralités

- Définition de la sécurité informatique
- Objectifs de la sécurité informatique
- Les menaces/ Les niveaux de vulnérabilités

3. Analyse de risque

Chapitre 2: Cryptographie classique

1. Objectifs de la cryptographie (confidentialité, intégrité, authentification, etc.)
2. Définition cryptographie/cryptanalyse
3. Chiffrement/Déchiffrement/Clé de chiffrement et notion d'entropie
4. Algorithme de Substitution : Chiffre de César, chiffre de VIGENERE.
5. Algorithme de Transposition : la technique assyrienne.

Chapitre 3: Cryptographie moderne

1. Chiffrement symétrique (DES, AES, RC4)
2. Chiffrement asymétrique (RSA, ElGamal, EC)

Chapitre 4: Signature et fonctions de hachage

- Hachage cryptographique et intégrité
- MAC/HMAC et authentification
- Signature électronique

Chapitre 5: Gestion des clés

- Présentation du problème
- Echange de clé par Diffie-Hellman
- Infrastructure à clés publics Modèle décentralisé Modèle hiérarchique et certificats

MODE D'ÉVALUATION: Examen (60%), contrôle continu (40%)

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Talligs, W., *“Sécurité des réseaux : Applications et Standards”*, Vuibert, 2002.
2. Schneier, B., *“Cryptographie appliquée : Algorithmes, protocoles et codes source en C”*, Vuibert, 2002.
3. Dubertret, G., *“Initiation à la cryptographie”*, Vuibert, 1998.

Semestre : S2
Unité d'enseignement : UEM 1.2.1
Matière 5: Recherche Opérationnelle 2
VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits : 3
Coefficient : 2

OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT :

L'objectif de cette matière est d'initier l'étudiant à la théorie des problèmes d'optimisation, conception et mise en œuvre des algorithmes de résolution, résolution des problèmes d'optimisation combinatoire par plusieurs approches.

CONNAISSANCES PRÉALABLES RECOMMANDÉES:

Notions de base acquises des mathématiques de la première et deuxième année du parcours.

CONTENU DE LA MATIÈRE :

Partie I : Programmation linéaire

1 Formulation de problème

- 1.1 Introduction générale
- 1.2 Notions de Modèle mathématique
- 1.3 Formulation d'un modèle linéaire
- 1.4 Forme générale d'un programme linéaire

2 Concept fondamentaux de la programmation linéaire

- 2.1 Résolution Graphique
- 2.2 Rappels d'algèbre Linéaire
- 2.3 Bases et solutions de base
- 2.3 Caractérisation des points extrêmes
- 2.4 Optimalité en un point extrême
- 2.5 Critères d'optimalité

3 Méthode du simplexe et ses variantes

- 3.1. Méthode de simplexe
 - 3.1.1 Concepts de base
 - 3.1.2 Forme standard d'un programme linéaire
 - 3.1.3 Caractérisation des solutions d'un programme linéaire
 - 3.1.4 Principe de l'algorithme du simplexe
 - 3.1.5 Enoncé de l'algorithme du simplexe
- 3.2 Compléments sur l'algorithme du simplexe
 - 3.2.1 Le simplexe pour le cas de minimisation
 - 3.2.2 Modèles à contraintes mixtes (Absence d'une solution de base réalisable de départ)
 - 3.2.3 Méthode de deux phases
 - 3.2.4 Méthode du Big-M (méthode de la base artificielle)
 - 3.2.5 Cas particulier (Programme linéaire dégénéré, programme linéaire non borné, programme linéaire avec multiplicité de solutions, programme non réalisable)

4 Dualité et post-optimalité

- 4.1 Dualité en programmation linéaire
 - 4.1.1 Formulation du dual
 - 4.1.2 Aspects théoriques de la dualité
 - 4.1.3 Comment obtenir les solutions optimales Primal-Dual

- 4.4.4 Algorithme Dual du Simplexe
- 4.2 Analyse post-optimale et interprétation économique
 - 4.2.1 Changements ponctuels des paramètres a_{ij} , b_j et c_j
 - 4.2.2 Analyse de la Sensibilité

Partie II : Optimisation combinatoire

1. Modélisations des problèmes d'optimisation combinatoire

- 1.1 Introduction à l'optimisation combinatoire
- 1.2 Modélisation de quelques problèmes classiques d'optimisation combinatoire
(Sac à Dos, affectation, voyageur de commerce, recouvrement, couplage et partition, localisation, stable, bin packing, ...)

2 Programmation en nombre entiers

- 2.1. Méthodes par séparation et évaluation «Branch and Bound »
 - 2.1.1. Schéma général des méthodes de séparation et évaluation
 - 2.1.2. Stratégies possibles pour la procédure choix
 - 2.1.3. Application au problème de voyageur de commerce
 - 2.1.4. Application au problème de sac à dos
- 2.2. Méthodes de coupes
 - 2.2.1 Formulation et Problématique
 - 2.2.2 La coupe fondamentale de Gomory (Méthode duale fractionnaire)

3 Méthodes Approchées

- 3.1 Heuristiques
 - 3.1.1 Recherche gloutonne
 - 3.1.2 Recherche locale
- 3.2 Métaheuristiques
 - 3.2.1 Recuit simulé
 - 3.2.2 Recherche taboue
 - 3.2.3 Algorithme génétique

MODE D'ÉVALUATION : Examen (60%), contrôle continu (40%)

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES:

1. Roseaux, *“Exercices de Recherche opérationnelle: Tome 3, programmation linéaire et extensions des problèmes classiques”*, Masson, 1991
2. Bazaraa, M., et Jarvis, J.J., *“Linear programming and network flows”*, J. Wiley and Sons, 1977.
3. Benghezal A.F., *“Programmation linéaire”*, OPU, 2ème Édition, Ben Aknoun, Alger, 2006

Semestre : S2
Unité d'enseignement : UEM 1.2.1
Matière 6: Méthodes formelles
VHS : 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits : 3
Coefficient : 2

OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT :

Ce module constitue une introduction à la théorie et aux applications des méthodes formelles dans le domaine de l'informatique. Il couvre la spécification mathématique, la modélisation et la vérification des systèmes.

CONNAISSANCES PRÉALABLES RECOMMANDÉES :

Mathématiques fondamentales, logique mathématique et algorithmique.

CONTENU DE LA MATIÈRE :

Chapitre 1:

- Introduction aux cours de modélisation,
- Spécification et vérification d'un système

Chapitre 2 : Formalisme pour la modélisation d'un système

- Systèmes de transitions
 - Mots infinis
 - Langages w-réguliers de mots infinis
 - Les automates d'états finis en particulier Buchi
 - Structure de Kripke

Chapitre 3 : Formalisme pour la Spécification des propriétés d'un système

- Rappel sur les Logiques des propositions et prédicats
- La logique temporelle :
 - o Logique temporelle linéaire LTL (linear Time Logic)
 - o Logique temporelle arborescente CTL (computation Tree Logic)

Chapitre 4 : Outils de vérification formelle

- Algorithmes de vérification de modèles
 - o Vérification de modèles CTL
 - Exemple de vérification de modèles CTL
 - o Vérification de Modèle LTL
 - Exemple de vérification de modèle LTL

Chapitre 5 : Vérification par Preuve de théorèmes.

MODE D'ÉVALUATION : Examen (60%), contrôle continu (40%).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

1. Clarke Jr, E. M., Grumberg, O., Kroening, D., Peled, D., & Veith, H, "*Model checking*", MIT press, 2018.
2. Abrial, J. R., "*Modeling in Event-B: system and software engineering*", Cambridge University Press, 2010.
3. Christel, B., and Katoen, J. P., "*Principles of model checking*", MIT press, 2008.
4. Boulanger, J. L., "*Mise en œuvre de la méthode B*", Hermès - Lavoisier, 2003.

Semestre : S2
Unité d'enseignement : UEM 1.2.1
Matière 7 : Analyse Numérique
VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TD : 1h30)
Crédits : 3
Coefficient : 2

OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT :

Le cours d'analyse numérique s'adresse aux étudiants de la première année de cycle supérieur (1CS) de l'École Supérieure en Sciences et Technologies de l'Informatique et du Numérique (ESTIN). Ce cours d'analyse numérique constitue un instrument primordial dans la formation d'un ingénieur en informatique. Il permettra à l'apprenant d'acquérir une boîte à outils de méthodes mathématiques, qui lui permette la résolution d'un certains nombres de problèmes posés durant son parcours.

Le but du cours est de présenter les différentes méthodes de résolution numérique pour faire face à certains problèmes mathématiques correspondant par exemple à des problèmes d'étude d'un phénomène réel dans plusieurs domaines (informatique, physique, mécanique, ..., etc.).

CONNAISSANCES PRÉALABLES RECOMMANDÉES :

L'étudiant devrait avoir assimilé les concepts de base acquis au cours de la première et de la deuxième année du cycle préparatoire (analyse 1, analyse 2, algèbre 2 et algèbre 3).

CONTENU DE LA MATIÈRE :

Le cours est divisé en sept chapitres, dans chaque chapitre nous présentons un ensemble de méthodes numériques permettant de résoudre des problèmes mathématiques qui n'admettent pas de solutions analytiques.

1. Résolution des systèmes d'équations linéaires avec les méthodes de résolution directes
 - 1.1. Rappel sur les systèmes linéaires
 - 1.2. Méthode d'élimination de Gauss
 - 1.3. Méthode d'élimination de Gauss-Jordan
 - 1.4. Méthode de factorisation LU
 - 1.5. Méthode de factorisation de Cholesky
2. Résolution des systèmes d'équations linéaires avec les méthodes itératives
 - 2.1. Introduction et définitions
 - 2.1.1. Méthodes itératives
 - 2.1.2. Méthode de Jacobi
 - 2.1.3. Méthode de Gauss-Seidel
 - 2.2. Méthode de relaxation
 - 2.3. Convergence des méthodes itératives
3. Résolution des équations non linéaires
 - 3.1. Introduction sur les méthodes de résolution des équations non linéaires
 - 3.2. Résolution algébrique exacte
 - 3.3. Méthode de Dichotomie (de la bisection)
 - 3.4. Méthode de Newton-Raphson
 - 3.5. Méthode du point fixe (des approximations successives)
 - 3.6. Convergence des méthodes de résolution des équations non linéaires
4. Interpolation polynomiale

- 4.1. Introduction et définitions
- 4.2. Polynôme d'interpolation
- 4.3. Existence et unicité d'un polynôme d'interpolation
- 4.4. Méthodes de calcul de polynôme d'interpolation
 - 4.4.1. Méthode directe
 - 4.4.2. Méthode d'interpolation de Lagrange
 - 4.4.3. Méthode d'interpolation de Newton
- 4.5. Estimation de l'erreur d'interpolation
- 5. Intégration numérique
 - 5.1. Introduction
 - 5.2. Intégration numérique
 - 5.3. Méthodes d'intégration numérique
 - 5.3.1. Méthodes des rectangles
 - 5.3.2. Méthode du trapèze
 - 5.3.3. Méthode de Simpson
 - 5.4. Majoration des erreurs d'intégration numérique
- 6. Dérivation numérique
 - 6.1. Introduction et définitions
 - 6.2. Dérivation numérique d'ordre 1
 - 6.2.1. Les formules de différences progressive (FDP)
 - 6.2.2. Les formules de différences régressive (FDR)
 - 6.2.3. Les formules de différences centrée (FDC)
 - 6.3. Dérivée numérique d'ordre 2
 - 6.4. Dérivée numérique d'ordre supérieur
 - 6.5. Etude de l'erreur de dérivation numérique
- 7. Calcul numérique des valeurs propres
 - 7.1. Introduction et définitions
 - 7.2. Localisation des valeurs propres
 - 7.3. Déterminations des coefficients du polynôme caractéristique
 - 7.3.1. Calcul du polynôme caractéristique par la méthode Krylov
 - 7.3.2. Calcul du polynôme caractéristique par la méthode Leverrier
 - 7.4. Méthode de la puissance et de la puissance itérée

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Ciarlet, Philippe G. Introduction à l'analyse numérique matricielle et à l'optimisation. Dunod, 2007.
2. Demailly, J. P. "Analyse numérique et équations différentiel." Les collections Grenoble Sciences, presses universitaires de Grenoble, Grenoble, 2006.
3. Filbet, Francis. Analyse numérique-Algorithmes et étude mathématique-2e édition: Cours et exercices corrigés. Dunod, 2013. (*Disponible dans la bibliothèque de l'école*)
4. Quarteroni, Alfio, Riccardo Sacco, and Fausto Saleri. Méthodes Numériques: Algorithmes, analyse et applications. Springer Science & Business Media, 2008.
5. Rappaz, Jacques, and Marco Picasso. Introduction à l'analyse numérique. No. BOOK. Presses polytechniques et universitaires romandes, 2004

Semestre : S2
Unité d'enseignement : UED 1.2.1
Matière 8: Entrepreneuriat et start up dans le Numérique
VHS : 22h30 (Cours: 1h30)
Crédits : 3
Coefficient : 1

OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT :

Ce module vise à promouvoir l'esprit innovant/créatif chez les diplômés et à favoriser le développement d'une culture entrepreneuriale dans le Numérique en Algérie. Les objectifs de ce cours sont :

- Développer l'ensemble des compétences et des connaissances entrepreneuriales indispensables à la démarche de création d'une startup dans le Numérique ;
- Élaborer un Business Plan (Plan d'Affaires) afin de valider et de concrétiser des projets technologiques innovants dans le Numérique ;
- Acquérir le savoir-faire nécessaire pour conduire un projet d'innovation technologiques dans le Numérique grâce à l'application des méthodes de créativité ;
- Créer et animer une dynamique entrepreneuriale au sein d'une start-up ou entreprise (petite et moyenne entreprises ou grands groupes).

CONNAISSANCES PRÉALABLES RECOMMANDÉES :

Des connaissances sur les entreprises, l'économie et les mathématiques sont nécessaires pour suivre ce cours.

CONTENU DE LA MATIÈRE :

Chapitre 1 : Introduction à la culture entrepreneuriale et start-up

- Autour de l'entrepreneuriat et de la start-up ;
- Les déclencheurs/inhibiteurs de l'entrepreneuriat ;
- Devenir entrepreneur et créer sa start-up ;
- Le potentiel entrepreneurial ;
- La culture entrepreneuriale.

Chapitre 2 : Les Propriétés intellectuelles

- Les brevets
- Le droit d'auteur
- Les marques
- Dessins et modèles

Chapitre 3 : Les situations entrepreneuriales et les formes de création de start-up

- Le processus de création d'une start-up ;
- Les enjeux/risques dans la création d'une start-up ;
- La créativité et l'innovation entrepreneuriales ;
- Qu'est-ce que le plan d'affaires ?
- Les formes d'accompagnement et les incubateurs.

Chapitre 4 : Élaborer un modèle d'affaire (Business model)

- L'entrepreneur et son projet ;
- Contexte d'affaires ;
- Analyse de l'environnement et de la concurrence ;
- Aspects juridiques ;

- Étude du marché et plan marketing ;
- Prévisions financières et plan financier.

Chapitre 5 : Cadre réglementaire et modalités de financement en Algérie

- Difficultés des entrepreneurs en démarrage ;
- Créativité et innovation ;
- Présentation d'un projet d'affaires
- Les connaissances nécessaires pour assurer la gestion et le développement du projet.
- Les autoentrepreneurs et microentreprise en Algérie
- Les aspects légaux, fiscaux, statut des autoentrepreneurs
- Financement et ressources ;

Chapitre 6 : Les Startup et le Numérique

- Les domaines clés
- Le marketing digital et le marché à l'international
- Particularités des startups du numérique

MODE D'ÉVALUATION : Examen (100%).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

1. Altintas G., and Kustosoz, I., "*Capacités entrepreneuriales : des organisations aux territoires*", 2018, EMS Editions.
2. Tsagliotis, A., "*S'inspirer des start-up à succès*", 2e édition, août 2019 Collection, Dunod.
3. Schmitt, C., "*Aide-mémoire – Entrepreneuriat, Concepts, méthodes et actions*", 2019, Dunod.
4. Nurdin, C., and Picamoles, T., "*Stratégie start-up, Du mythe américain au succès français*", 2019, Dunod.

C. Programme détaillé du Semestre 3

Semestre : S3
Unité d'enseignement : UEF 1.3
Matière 1: Fondements du Data Science
VHS: 67h30 (Cours: 1h30, TD: 1h30, TP: 1h30)
Crédits : 5
Coefficient : 3

OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT :

Permettre aux élèves de comprendre les principes du Data Mining, Data Analytiques et du Data Science.

Des TP avec le python/R/ accompagnent la formation théorique de ce module.

CONNAISSANCES PRÉALABLES RECOMMANDÉES:

Des connaissances en statistique, et une maîtrise de la programmation et du formalisme mathématique sont nécessaires pour suivre ce module.

CONTENU DE LA MATIÈRE:

Chapitre 1. Introduction aux sciences de données

- Définition et champ d'application de la science des données
- Importance des données dans la prise de décision.
- Concepts de base : données, information, connaissance
- Le processus de science des données.
 - Présentation du processus de science des données.
 - Méthode scientifique
 - CRISP-DM (Processus Standard Intersectoriel pour l'Exploration de Données)
 - KDD (Découverte de Connaissances dans les Bases de Données)
 - TDSP (Processus d'Équipe en Science des Données)
 - Agile Data Science
 - Les tâches principales
 - Étape 1 : Définir les objectifs de recherche et créer une charte de projet
 - Étape 2 : Récupération des données
 - Étape 3 : Nettoyer, intégrer et transformer les données
 - Étape 4 : Analyse exploratoire des données
 - Étape 5 : Construire les modèles
 - Étape 6 : Présentation des résultats et création d'applications au-dessus d'eux.
- Écosystème de la science des données : outils, technologies et rôles.
 - Les rôles impliqués dans un projet de science de données.
 - Les outils et technologies de science de données
 - Les outils de stockage de données
 - Les outils de préparation de données
 - Les outils de visualisation de données
 - Les outils IDE notebooks
 - Les plateformes complètes de Data science
- Aperçu du flux de travail et des méthodologies de la science des données

Chapitre 2: acquisition et stockage de données.

- Types et structures de données : numériques, catégoriques, ordinales et nominales
- Méthodes de collecte de données.

- Systèmes de stockage de données et bases de données.
- Introduction au big data : définition, caractéristiques, défis.
- L'importance de la science des données à l'ère du big data : gestion des grands volumes de données, extraction d'informations précieuses, prise de décisions éclairées
- Intégration de données :
 - Compréhension de l'intégration des données et son importance.
 - Technique d'intégration de données:
 - Détection et résolution des doublons
 - Correspondance de schéma
 - Intégration sémantique
 - Alignement des valeurs.
 - Intégration par un système de données (ETL).
 - Défis et stratégies en matière d'intégration des données.
- Éthique des données et confidentialité :
 - Considérations éthiques en science des données.
 - Préoccupations en matière de confidentialité et techniques d'anonymisation des données.
 - Cadres réglementaires : GDPR, HIPAA.

Chapitre 3: Analyse exploratoire des donnée

- Introduction à l'analyse exploratoire des données (AED)
 - Statistiques descriptives
 - Distributions de données
- Techniques avancées d'analyse exploratoire des données (AED)
 - Traitement des valeurs aberrantes
 - Technique Z-score, Z-score modifié, IQR...etc.
 - Les techniques basées sur la distance.
 - Les techniques basées sur le clustering.
 - Les techniques statistiques.
 - Les techniques avancées.
 - Analyse des relations entre les données
 - Exploration des données catégorielles
- Transformation des données :
 - Vue d'ensemble des techniques de transformation des données
 - Discrétisation, gestion des données textuelles, et temporelles.
 - Exemples de processus de transformation des données
- Lissage de donnée:
 - Moving average: lissage basique
 - Moyenne Mobile Simple, Moyenne Mobile Pondérée
 - Concept de taille de fenêtre
 - Implémentation et exemples
 - Techniques Pondérées: Lissage Exponentiel
 - Lissage Exponentiel Simple
 - Lissage Exponentiel Double (Méthode de Holt)
 - Lissage Exponentiel Triple (Méthode de Holt-Winters)
 - Facteur de lissage (alpha) et son importance
 - Techniques de pondération local
 - Lissage Lowess
 - Techniques de Lissage par Ajustement Polynomiale
 - Filtre de Savitzky-Golay
- Prétraitement basique des donnée
 - Traitement des données manquantes

- Traitement des données catégorielles.
- Mise à l'échelle des caractéristiques et normalisation
- Prétraitement avancé des données.
 - Techniques de sélection de caractéristiques.
 - Techniques d'extraction de caractéristiques.
 - Cas d'études

Chapitre 4: la visualisation des données

- Introduction à la visualisation des données
- Principes de base de la visualisation des données :
 - Types de visualisations adaptées à chaque type de données.
- Outils de visualisation des données
- Techniques de visualisation avancées
 - Visualisations multivariée.
 - Techniques de visualisation temporelle.
 - Visualisation interactive.
- Bonnes pratiques en matière de visualisation des données:
 - Principes de conception de visualisation (lisibilité, efficacité, clarté).
 - Éviter les pièges courants en visualisation des données (biais, distorsion, surcharge d'informations).
 - Utilisation de la couleur, de la taille et d'autres attributs visuels de manière appropriée.
- Études de cas et exemples pratiques

Chapitre 5: Introduction à la Conception Expérimentale

- Introduction générale
 - Définition, importance, et effets sur la qualité de l'analyse de données.
- Clarification des objectifs de recherche et des hypothèses;
 - Définition et classification des variables.
 - Les variables parasites.
- Les conceptions expérimentales en science des données:
 - Les essais contrôlés randomisés (RCTs) et les conceptions quasi-expérimentales...etc.
 - Les tests A/B, les modèles à paires appariées
- Les méthodes d'échantillonnage des données (la représentativité des données).
- Les protocoles de reproductibilité et intégrité.
- Validité interne vs externe
 - Effet du prétraitement de données et du protocole expérimental sur la validité des résultats.
 - Interprétation des résultats.
- Introduction au modélisation de donnée
 - Cycle de vie d'un projet de fouille de données
 - Les étapes d'un projet de fouille de données.
 - Les objectifs de la modélisation de donnée
 - Comprendre le processus d'apprentissage itératif.

MODE D'ÉVALUATION: Examen (60%), contrôle continu (40%)

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES:

1. Dietrich, D., *"Data science & big data analytics: discovering, analyzing, visualizing and presenting data"*, Wiley, 2015.

2. Lutz, M., & Biernat, E., "*Data Science: fondamentaux et études de cas: Machine Learning avec Python et R*", Editions Eyrolles, 2015.

Semestre : S3
Unité d'enseignement : UEF 1.3
Matière 2: Complexité des Problèmes
VHS : 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits : 4
Coefficient : 2

OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT :

Ce cours permet aux élèves d'acquérir les compétences nécessaires pour pouvoir analyser la complexité d'algorithmes et de problèmes, ce qui permettra de concevoir des algorithmes corrects et efficaces pour la résolution d'un problème donné.

CONNAISSANCES PRÉALABLES RECOMMANDÉES :

Notions de bases sur l'algorithmique et structures de données.

Contenu de la matière:

Ce cours est organisé comme suit :

Chapitre 1 : Introduction

- Notion de Complexité des problèmes
 - **Bornes supérieurs** : trouver un bon algorithme et estimer son coût (problème d'algorithmique).
 - **Borne inférieures** : montrer qu'aucun algorithme ne peut faire plus vite que cette borne (problème de la théorie de complexité)
- Complexité des algorithmes

Chapitre 2 : Calculabilité

- Problème de recherche
- Problèmes de décision
- Complexité en temps
- Complexité en espace
- Analyse asymptotique

Chapitre 3 : Représentation de données

- Ensembles (notations)
- Mots mémoire et représentation des données
- Mots mémoire et représentation des données
- La taille de la donnée
- Quantité d'informations
- Complexité en fonction de la taille de la donnée

Chapitre 4 : Classes de complexité

- Classe P (Déterministe Polynomial)
- Classe Co-P (Complémentaire de P)
- Classe NP (Non Déterministe Polynomial)
- Classe NPC (NP-Complet ou NP-Difficile)

5 : Réductibilité

- Principe
- Théorème de Cook-Levin

Chapitre 6 : NP-Complétude

- Définitions
 - Instance d'un problème
 - Problème Abstrait
 - Résolution en temps polynomial
 - Réductibilité en temps polynomial
 - ...
- Exemple de Problèmes NP-Complets
 - 3-SAT
 - NAESAT
 - STABLE
 - CLIQUE
 - CIRCUIT HAMILTONIEN
 - VOYAGEUR DE COMMERCE
 - 3-COLORABILITE
 - Sac à dos
 - ...

MODE D'ÉVALUATION : Examen (60%), contrôle continu (40%).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

1. Goldreich, O., "*P, NP, and NP-Completeness: The Basics of Computational Complexity*", Weizmann Institute of Science, New York, Cambridge University Press, 2010.
2. Hebrard, E., "*Calculabilité, Combinatoire et Complexité*", LAAS-CNRS, Université de Toulouse Midi-Pyrénées, France.
3. Atallah, M. J., Blanton, M., "*Algorithms and Theory of Computation Handbook*", Second Edition, CRC Press, 2010.
4. Goldreich, O., "*Computational Complexity A Conceptual Perspective*", Cambridge University Press, 2008.
5. Durand, A., "*Le problème $P = NP$: La complexité des algorithmes*", Université Paris 7, France, 2009.

Semestre : S3
Unité d'enseignement : UEF 2.3
Matière 3: Bases de données avancées
VHS : 67h30 (Cours: 1h30, TD: 1h30, TP: 1h30)
Crédits : 5
Coefficient : 3

OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT :

Ce cours vise trois objectifs majeurs :

- Maîtriser les bases de données relationnelles/objets et se familiariser avec SQL3 pour l'interrogation de données structurées complexes.
- Modéliser les données semi-structurées et sémantiques en utilisant le langage XML/RDF et interrogation à l'aide du langage XQuery/XPath.
- Aperçu sur les bases de données NoSQL.

CONNAISSANCES PRÉALABLES RECOMMANDÉES :

Avoir de bonnes connaissances théoriques en bases de données relationnelles, modélisation orientée objet, algorithmique et programmation

CONTENU DE LA MATIÈRE :

Le contenu de ce cours est articulé autour de 5 chapitres allant de la modélisation de données vers les bases de données NoSQL en passant par les modèles de données complexes et semi-structurées.

Chapitre 1: Introduction aux modèles de données relationnel-objet

Chapitre 2 : Types objet & Héritage de type

Chapitre 3 : Références d'objet

Chapitre 4 : Collections

Chapitre 5 : Performance dans les bases de données

1. Structures d'index monodimensionnels (séquentiels, B-arbres, hachage, clusters)
2. Optimisation des plans d'exécution (sous Oracle)

MODE D'ÉVALUATION : Examen (60%), contrôle continu (40%).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES:

1. Gardarin, G., *“Bases de Données – Objet & Relationnel”*, Eyrolles, 1999.
2. Garcia-Molina, H., Ullmann, J. D., and Widom, J., *“Database systems: the complete book”*, Pearson, 2009.
3. Soutou, C., *“Programmer objet avec Oracle–Techniques et pratiques”*, Vuibert, 2e Ed., 2008.
4. Miranda, S., *“Bases de données : Architectures, modèles relationnels et objets”*, SQL3, Dunod, 2002.
5. Bizoi, R., *“PL/SQL pour Oracle 12c”*, Eyrolles, Tsoft, 2014.
6. Gardarin, G., *“XML : des bases de données aux services Web”*, Dunod, 2002.

Semestre: S3
Unité d'enseignement : UEF 2.3
Matière 4: Ingénierie des logiciels
VHS : 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits : 4
Coefficient : 2

OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT :

Le but principal de ce cours est 1) d'approfondir les notions de base du génie logiciel, notamment les concepts de qualité des logiciels, de qualité de conception et de modèles de cycle de vie, et 2) d'acquérir la maîtrise des différentes démarches utilisées au niveau de chacune des principales étapes d'un cycle de vie des logiciels.

Dans contexte, ce cours vise plusieurs objectifs :

Comprendre les concepts de qualité des logiciels et de qualité de conception.

Maîtriser les démarches de développement de logiciels à travers le choix d'un modèle de cycle de vie en adéquation avec le domaine d'application correspondant.

Acquérir la maîtrise des techniques de spécification des logiciels.

Comprendre les différentes méthodes et techniques de tests des logiciels.

Acquérir des connaissances sur les aspects de la méta modélisation des concepts relatifs à toute modélisation (objets et autres).

CONNAISSANCES PRÉALABLES RECOMMANDÉES :

Algorithmique et programmation - Conception orientée objet

CONTENU DE LA MATIÈRE :

Chapitre 1 : Introduction à l'ingénierie des logiciels

Notion de qualité des logiciels

Les modèles de cycle de vie

Chapitre 2 : Spécification des besoins et spécification des logiciels

Spécification des besoins : Description et structuration d'un cahier des charges (Use case-UML)

Spécification des logiciels : Interface, opérationnelle et types abstraits

Chapitre 3 : Méthodologies de conception de logiciels

Principes et stratégies de conception

Qualité de conception (abstraction, modularité (cohésion, couplage) adaptabilité, ...)

Chapitre 4 : Méthodes et techniques de tests de logiciels

Processus de test des logiciels

Les tests unitaires, les tests de sous-systèmes et les tests d'intégration

Les tests descendants et les tests ascendants

Les tests de défaut

Les tests statiques

Les tests dynamiques

Les tests de fiabilité

Les métriques de la fiabilité

Les tests statistiques

Spécification de la fiabilité

Chapitre 5 : Modélisation et Méta modélisation

Les fondements de la méta modélisation

Notions de classe et de méta classe
Le métamodèle UML

MODE D'ÉVALUATION : Examen (60%), contrôle continu (40%).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

David Farley., “Modern Software Engineering: Doing What Works to Build Better Software Faster”
, Ed. Addison-Wesley Professional, 2021
Pressman. R , Maxim.B., “Software Engineering: A Practitioner's Approach”
, Ed. McGraw-Hill Education; 9ème édition, 2019.
Ian Sommerville. “Software Engineering”, Ed. Pearson, Tenth edition, 2015
Jorgensen. Paul C. and Devries. B., “Software Testing: A Craftsman’s Approach”
Fifth Edition, CRC Press, taylor & Francis Group, 2021
Graham. D and Black. R and Veenendaal. Erik van., “Foundations of Software Testing”, Ed.
Cengage Learning India Pvt. Ltd, 4th edition , 2020
Chaplin. D., “Scrum - Méthode agile : Concepts de base, principes et pratiques”, ed.Eni, 2021

.

Semestre : S3
Unité d'enseignement : UEM 1.3
Matière 5: Cloud Computing
VHS : 45h00 (Cours: 1h30, TP: 1h30)
Crédits : 3
Coefficient : 2

OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT :

Permettre aux élèves de comprendre les principales fonctionnalités, services, normes du Cloud Computing. Des travaux pratiques sur les Dockers/Swarm/services accompagnent la formation théorique de ce module.

CONNAISSANCES PRÉALABLES RECOMMANDÉES :

Des connaissances en statistique, machine Learning et une maîtrise de la programmation et du formalisme mathématique sont nécessaires pour suivre ce module.

CONTENU DE LA MATIÈRE :

Chapitre 1 : Généralités sur le Cloud Computing

Définition du Cloud Computing

Qu'est-ce que le Cloud Computing ?

Historique et évolution

Caractéristiques du Cloud Computing

Elasticité

Évolutivité

Païement à l'utilisation

Multitenance

Modèles de déploiement du Cloud

Cloud privé

Cloud public

Cloud hybride

Cloud communautaire

Avantages et inconvénients du Cloud Computing

Avantages (flexibilité, coût réduit, etc.)

Inconvénients (sécurité, dépendance aux fournisseurs, etc.)

Cas d'utilisation du Cloud Computing

Secteurs d'application

Exemples concrets

Chapitre 2 : Les plateformes du Cloud Computing

Principales plateformes Cloud

AWS (Amazon Web Services)

Microsoft Azure

Google Cloud Platform

Comparaison des plateformes

Fonctionnalités

Tarifification

Performances

Sécurité des plateformes Cloud

Mesures de sécurité intégrées

Conformité et certifications

Choisir une plateforme Cloud

Critères de sélection

Études de cas

Tendances actuelles et futures des plateformes Cloud

Nouvelles fonctionnalités

Évolutions technologiques

Chapitre 3 : Les technologies de virtualisation

Introduction à la virtualisation

Définition et concepts de base

Types de virtualisation (serveur, réseau, stockage)

Virtualisation des serveurs

Hyperviseurs (Type 1 et Type 2)

Exemples de solutions (VMware, Hyper-V, KVM)

Virtualisation du réseau

SDN (Software-Defined Networking)

NFV (Network Functions Virtualization)

Virtualisation du stockage

SAN, NAS, et DAS

Virtualisation des ressources de stockage

Rôle de la virtualisation dans le Cloud Computing

Avantages et impact sur le Cloud

Scénarios d'intégration dans le Cloud

Chapitre 4 : Infrastructure en tant que Service (IaaS)

Introduction à l'IaaS

Définition et caractéristiques

Modèle économique

Composants de l'IaaS

Serveurs virtuels

Stockage en Cloud

Réseaux virtuels

Principaux fournisseurs IaaS

AWS EC2

Google Compute Engine

Microsoft Azure Virtual Machines

Cas d'utilisation de l'IaaS

Hébergement web

Environnements de développement et de test

Big Data et calculs intensifs

Défis et bonnes pratiques avec l'IaaS

Gestion des coûts

Sécurité et conformité

Chapitre 5 : Plateforme en tant que Service (PaaS)

Introduction au PaaS

Définition et caractéristiques

Différences entre IaaS et PaaS

Composants du PaaS

Environnements de développement

Outils de déploiement

Services de base de données

Principaux fournisseurs PaaS

Google App Engine

Microsoft Azure App Services

AWS Elastic Beanstalk

Cas d'utilisation du PaaS

Développement d'applications web

Gestion de bases de données

Intégration continue et déploiement continu (CI/CD)

Défis et bonnes pratiques avec le PaaS

Verrouillage du fournisseur

Gestion des performances

Chapitre 6 : Software en tant que Service (SaaS)

Introduction au SaaS

Définition et caractéristiques

Différences entre SaaS, PaaS, et IaaS

Modèles de distribution du SaaS

SaaS public vs SaaS privé

Multitenance vs Single-tenance

Principaux fournisseurs SaaS

Salesforce

Microsoft 365

Google Workspace

Cas d'utilisation du SaaS

Collaboration en ligne

Gestion de la relation client (CRM)

Productivité bureautique

Défis et bonnes pratiques avec le SaaS

Sécurité des données

Intégration avec d'autres services Cloud

MODE D'ÉVALUATION : Examen (60%), contrôle continu (40%).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

1. Foster, I., Zhao, Y., Raicu, I., & Lu, S., “*Cloud computing and grid computing 360-degree compared*”, arXiv preprint arXiv:0901.0131, 2008.
2. Furht, B., & Escalante, A., “*Handbook of cloud computing*”, New York: Springer, Vol. 3, 2010.

Semestre : S3
Unité d'enseignement : UEM 1.3
Matière 6 : Conduite de Projet
VHS : 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits : 3
Coefficient : 2

OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT :

Ce cours présente les aspects fondamentaux de la gestion de projets.

CONNAISSANCES PRÉALABLES RECOMMANDÉES :

Connaître les notions de base de l'algorithmique, systèmes d'exploitation, réseaux et de mathématiques.

CONTENU DE LA MATIÈRE :

Chapitre 1 : Notion de Projet

- 1.1 Définitions et terminologie
- 1.2 Évoluer en mode projet
- 1.3 Typologie des projets
- 1.4 Exemples réels de projets

Chapitre 2 : Démarche générale de conduite de projet

- 2.1 Présentation des phases de conduite de projet
- 2.2 Relation entre phases
- 2.3 Livrables des phases

Chapitre 3 : Principaux acteurs dans un projet informatique

- 3.1 Acteurs et organisation projet
- 3.2 Utilisateurs, maître d'ouvrage, maîtrise d'œuvre
- 3.3 Comités ? Pourquoi et comment ?

Chapitre 4: Phase de d'initialisation de projet

- 4.1 Démarche générale de la phase
- 4.2 Intervenant dans la phase
- 4.3 Livrables de la phase

Chapitre 5 : Phase de Planification de projet

- 5.1. Démarche générale de la phase
- 5.2 Intervenant dans la phase
- 5.3 Livrables de la phase

Chapitre 6: Phase de Suivi et de Contrôle

- 6.1 Démarche générale de la phase
- 6.2 Intervenant dans la phase
- 6.3 Livrables de la phase

Chapitre 7 : Phase de clôture de projet

- 7.1 Démarche générale de la phase
- 7.2 Intervenant dans la phase
- 7.3 Livrables de la phase

Chapitre 8 : La communication et animation des équipes du projet

- 8.1 Communication et dynamique de groupe : Animer une équipe projet
- 8.2 Rôle de la communication
- 8.3 Animer une équipe projet : rôles joués par les membres
- 8.4 Études de cas

MODE D'ÉVALUATION : Examen (60%), contrôle continu (40%).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

1. Corbel, J.C., "*Management de projet : Fondamentaux, Méthodes et outils*", Ed. d'Organisations, 2005.
2. Fernandez, A., "*Le chef de projet efficace*", Édition d'organisation, Paris, 2005.

Semestre : S3
Unité d'enseignement : UEM 1.3
Matière 7 : Analyse de données
VHS: 45h00 (Cours : 1h30, TD : 1h30)
Crédits : 3
Coefficient : 2

OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT :

Permettre aux élèves de comprendre les principes généraux des méthodes d'analyse des données, en fonction des problématiques auxquelles elles permettent de répondre.

CONNAISSANCES PRÉALABLES RECOMMANDÉES :

Des connaissances en statistique descriptive et une maîtrise du formalisme mathématique sont nécessaires pour suivre ce module.

CONTENU DE LA MATIÈRE :

PARTIE 1. Compléments de 81.2. Vecteurs aléatoires et Espérance conditionnelle

1.3. Loi normale multivariée

1.4. Lois dérivées de la loi normale

Chapitre 2. Echantillonnage et Test d'estimation des paramètres (3h 00 cours, 3 h 00 TD)

1.1. Echantillonnage et Méthodes empiriques

1.2. Estimation Statistique des paramètres

1.3. Méthode des moments et du maximum de vraisemblance

1.4. Tests d'hypothèse

Chapitre 3. Régression et Corrélation (3 h cours, 3 h TD)

3.1 Hypothèses classiques du modèle simple de régression linéaire

3.2 Représentation Matricielle et Hypothèses fondamentales

3.3. Détermination des estimateurs par la méthode des moindres carrés

3.4. Analyse du modèle par l'Analyse de Variance

3.5 Test du modèle et corrélation.

PARTIE 2. Analyse statistique multivariée

Chapitre 4. Analyse en composantes principales (3 h 00 Cours, 3 h 00 TD)

4.1. Données multivariées et Nuages des individus et des variables

4.2. ACP : Cadre Théorique et Empirique

4.3. Etude des corrélations : cadre théorique et empirique

4.4. Exemple d'application numérique de l'ACP

4.5. Représentation graphique des résultats de l'ACP

4.6. Limites d'utilisation de l'ACP

Chapitre 5 : Analyse Factorielle des Correspondances simples (3 h00 cours, 3 h00 TD)

5.1. Objectifs

5.2. Analyse des points individus i de $N_j(i)$ dans R_P

5.3. Analyse des points individus j de $N_i(j)$ dans R_n

5.4. Relation entre les points i de $N_j(i)$ et j de $N_i(j)$

5.5. Analyse des points supplémentaires

5.6. Interprétation de l'Analyse en Factorielle des Correspondances et représentations graphiques

Chapitre 6 : Analyse des Correspondances Multiples (3 h 00 cours, 3 h 00 TD)

6.1. Tableau disjonctif complet

6.2. Tableau de Burt

6.3. Equivalence entre les deux analyses précédentes

- 6.4. Calcul de contributions dans le tableau disjonctif complet
- 6.5 Interprétation d'une analyse des correspondances multiples
- 6.6 Inerties

Chapitre 7 : Analyse canonique (3h00 cours, 3h00 TD)

- 7.1. Définitions
- 7.2. Méthodologie
- 7.3. Propriétés
- 7.4. Interprétations

MODE D'ÉVALUATION : Examen (60%), contrôle continu (40%)

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

1. Stork, D. G., Duda, R. O., Hart, P. E., & Stork, D., "Pattern classification", A Wiley-Interscience Publication, 2001
2. Saporta, G., "Probabilités Analyse des Données et Statistique", 3ème édition, Technip, 2011.
3. Hastie, T., & Friedman, J., "The elements of statistical learning. Data mining, inference and prediction", Springer, 2001.
4. Lebart, L., Morineau, A., et Piron, M., "Statistique exploratoire multidimensionnelle", 4ème édition, Sciences Sup, Dunod, 2006

Semestre : S3
Unité d'enseignement : UET 1.3
Matière 8 : Anglais technique 2
VHS : 22h30 (Cours : 1h30)
Crédits : 3
Coefficient : 1

OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT:

L'objectif de ce cours est d'initier l'étudiant aux concepts avancés de l'informatique et les techniques de rédaction d'articles en anglais.

CONNAISSANCES PRÉALABLES RECOMMANDÉES:

Anglais de base et anglais technique 1.

CONTENU DE LA MATIÈRE :

Part I :

- UNIT 1.** Reading English Scientific Paper
- UNIT 2.** Analyzing English Scientific Paper
- UNIT 3.** Writing English Scientific Paper

Part II : How to write the student Projet

- UNIT 1.** Research methodology.
- UNIT 2.** Presentation of the project

MODE D'ÉVALUATION: Examen (60%), contrôle continu (40%).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES:

1. English for IT Students, English for Software Engineers / Environmentalists Part II: Textbook. manual for students of institutions. de EA Malashenko, 2014.
2. A Brief Guide to Writing the English Paper, Harvard College Writing Program Faculty of Arts and Sciences Harvard University

D. Programme détaillé du Semestre 4

Semestre : S4
Unité d'enseignement : UEF 2.1.1
Matière 1 : Apprentissage Machine
VHS : 6730 (Cours : 1h30, TD : 1h30, TP : 1H30)
Crédit : 5
Coefficient : 3

OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT:

Ce cours vise deux objectifs principaux :

- Comprendre les méthodes d'apprentissage supervisé/non-supervisé et les modèles génératifs aux réseaux de neurones.
- Avoir les compétences nécessaires pour appliquer des techniques d'apprentissage machine à des systèmes IOT
- Apprendre à exploiter les données issues des objets connectés pour développer des modèles prédictifs et intelligents

CONNAISSANCES PRÉALABLES RECOMMANDÉES:

Avoir de bonnes compétences en mathématiques notamment en probabilités et statistiques.

CONTENU DE LA MATIÈRE:

Ce cours introduit les fondements de l'apprentissage machine à travers 6 chapitres.

Chapitre 1 : Introduction à l'apprentissage machine

- 1.1. Introduction à l'apprentissage machine
- 1.2. Domaines d'applications
- 1.3. Types de problèmes d'apprentissage machine

Chapitre 2 : Collecte et traitement des données IoT :

- 2.1. Types de données IoT : capteurs, logs, données temps réel.
- 2.2. Techniques de prétraitement des données : nettoyage, transformation, normalisation.
- 2.3. Stockage et gestion des données IoT en temps réel.

Chapitre 3 : Apprentissage supervisé

- 2.1. Régression
- 2.2. Classification
- 2.3. Modélisation des données IoT pour des tâches prédictives (maintenance prédictive, détection d'anomalies, etc)
- 2.4. Étude de cas : prédiction de défaillance d'équipements connectés.

Chapitre 4 : Apprentissage non supervisé (clustering)

- 4.1. Techniques de clustering
- 4.2. Application du clustering dans l'IOT (Segmentation, optimisation des réseaux IOT...etc)

4.3. Etude de cas : Analyse du Comportement d'utilisateurs dans les Smart Homes

Chapitre 5: Modèles embarqués et Edge Computing :

5.1. Optimisation des modèles ML pour des dispositifs embarqués à ressources limitées.

5.2. Introduction au Edge AI : exécution des modèles ML directement sur les dispositifs IoT.

5.3. Étude de cas : déploiement d'un modèle léger sur un microcontrôleur IoT.

Chapitre 6 : Sécurité et confidentialité dans l'apprentissage machine IoT :

6.1. Sécurisation des modèles ML contre les attaques adversariales.

6.2. Protection de la confidentialité des données IoT lors de l'entraînement des modèles.

6.3. Approches pour l'apprentissage fédéré dans un contexte IoT.

Références :

1. Murphy, K.M., "*Machine Learning*", MIT Press, 2012.
2. Mohri, M., Rostamizadeh, A., and Talwalkar, A., "*Foundations of Machine Learning*", MIT Press, 2012.
3. Goodfellow, I., Bengio, Y., and Courville, A., "*Deep Learning*", MIT Press, 2016.
4. Borwein, J. M., and Lewis, A. S., "*Convex Analysis and Nonlinear Optimization: Theory and Examples*", Springer, 2006.

Semestre : S4
Unité d'enseignement : UEF 2.2.1
Matière 2 : Capteurs et acquisition de données
VHS: 45h00 (Cours : 1h30, TP 1h30)
Crédits : 3
Coefficient : 2

OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT :

Ce cours a pour objectif d'introduire l'étudiant à la métrologie et aux systèmes d'acquisition de données dans les applications IoT. Il aborde les capteurs les plus communs dans les applications IoT et introduit les capteurs intelligents et leurs fonctionnalités. Ce cours permet à l'étudiant d'acquérir les connaissances nécessaires pour choisir le système d'acquisition de données adéquat pour une application IoT considérant ces caractéristiques métrologiques. En suivant ce cours l'étudiant sera capable de :

- Identifier les différents éléments constitutifs d'un système d'acquisition de données.
- Décrire l'architecture et les fonctionnalités d'un capteur intelligent.
- Identifier les grandeurs physiques impliquées dans l'acquisition des paramètres IoT et les capteurs utilisés pour les mesurer.
- Choisir les capteurs nécessaires pour une application IoT selon les caractéristiques métrologiques des capteurs.
- Utiliser un système de capteurs intelligents dans une application IoT.
- Design d'un système d'acquisition de données qui collecte, communique et analyse les données appropriées de manière efficace.
- Identifier les nouveaux systèmes d'acquisition de données basés sur de nouvelles technologies tel que les MEMS.

ENSEIGNEMENTS PRÉ-REQUIS

- Électricité fondamentale.
- Electronique analogique et numérique.
- Traitement du signal.
- Cloud Computing

CONTENU DU MATIÈRE

Chapitre 1 : Généralités

- Introduction à la métrologie.
- La chaîne de mesure (Définition, circuit de mesure, ...).
- Classification des capteurs.
- Les capteurs dans IoT: introduction et états de l'art

Chapitre 2 : Caractéristiques métrologiques des capteurs

- Définition.
- Étendue de mesure
- Domaine de fonctionnement.
- Etalonnage
- Sensibilité (statique et dynamique)
- Résolution
- Linéarité
- Erreurs (linéaire, hystérésis, ...)

Chapitre 3 : Mesure des grandeurs physiques dans un environnement IoT

- Température

- Pression
- Niveaux et débits
- Déplacement et vitesse
- Autres grandeurs.

Chapitre 4 : Système d'acquisition de données

- Introduction
- Capteurs (Transducteurs)
- Conditionneur
- Convertisseur (CAN, filtres, ...)
- Unité de traitement et de contrôle (Microcontrôleur, microprocesseur, DSP, FPGA, automate, ...).
- Stockage.
- Interface de communication et connectivité (Protocoles de communication, réseaux de communication, ...)
- Software: visualisation et analyse. (ex: LabView)

Chapitre 5 : Capteurs intelligent

- Introduction.
- Capteur standard vs. Capteur intelligent.
- Architecture d'un capteur intelligent.
- Caractéristiques d'un capteur intelligent (fonctionnalités)
- Les capteurs intelligents dans IoT:
 - Capteur sans fil.
 - Capteurs autonomes.
 - Réseau de capteurs

Chapitre 6 : Les MEMS et les capteurs embarqués

- Introduction au MEMS
- Techniques de fabrication des MEMS.
- Capteurs MEMS
- Capteurs embarqués
- Applications dans IoT.

Chapitre 7 : Cloud, Edge, et Fog Computing et l'IoT

Concepts de base des trois technologies : Cloud, Edge, et Fog Computing.

Rôles et Avantages de Chaque Technologie

Architecture Hybride des trois technologies pour optimiser les systèmes IoT.

Cas d'Utilisation et Exemples Pratiques

Défis et Problématiques

Tendances Futures

TRAVAUX PRATIQUES

Des séances de travaux pratiques permettant à l'étudiant de:

- Se familiariser avec divers capteurs
- Configurer, diagnostiquer et utiliser d'outils pour communiquer avec divers capteurs.
- Réaliser des systèmes d'acquisition de données variés.

Matériels: Kits Arduino, cartes arduino, divers capteurs

MODALITES D'EVALUATION

01 examen écrit + moyenne des devoirs et des évaluations continues + note des TPs

REREFERENCES

- 1 George Asch et Coll, « les capteurs en instrumentation industrielle », 8ème édition Dunod, 2017.
- 2 Georges Asch, Patrick Renard, Pierre Desqoutte, Zoubir Mammeri, Eric Chambérod, Jean Gunther, « Acquisition de données », 3ème édition, Dunod, 2011.
- 3 Hussain, C. M., & Di Sia, P. (Eds.). (2022). Handbook of Smart Materials, Technologies, and Devices: Applications of Industry 4.0. Springer Nature.
- 4 Webster, J. G., & Eren, H. (2018). Measurement, Instrumentation, and Sensors Handbook: Two-Volume Set. CRC press.
- 5 He, Y., Nie, P., Zhang, Q., & Liu, F. (2021). Agricultural Internet of Things. Springer International Publishing.
- 6 Park, J., John Park, A. S. D., & Mackay, S. (2003). Practical data acquisition for instrumentation and control systems. Newnes. Wilson, J. S. (2004). Sensor technology handbook. Elsevier.

Semestre : S4
Unité d'enseignement : UEF 2.2.1
Matière 3: Systèmes embarqués 1
VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TP: 3h00)
Crédits : 4
Coefficient : 3

OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT :

Les avancées technologiques dans les systèmes embarqués ont joué un rôle crucial dans l'émergence de l'Internet des objets (IoT). Aujourd'hui, ces systèmes se distinguent par leur faible coût, leur petite taille, et leur capacité de traitement de données élevée, ce qui les rend essentiels pour une large gamme d'applications IoT. Ce cours offre une exploration approfondie du matériel des systèmes embarqués IoT, ainsi qu'une introduction aux techniques de contrôle et à l'intégration de l'intelligence artificielle (IA) dans ces systèmes. Il vise à doter les étudiants des connaissances et compétences nécessaires pour concevoir et développer des systèmes embarqués adaptés aux exigences de l'IoT. Ce cours a pour objectif de former les étudiants capables de :

Comprendre et décrire l'architecture et les caractéristiques des systèmes embarqués.

Identifier les contraintes et les défis de la conception de systèmes embarqués.

Analyser l'architecture matérielle des systèmes embarqués, incluant les processeurs, les bus de communication, et les interfaces d'entrée/sortie.

Évaluer et sélectionner les protocoles de communication appropriés pour différentes applications embarquées.

Appliquer des connaissances techniques pour sélectionner et interfacier des composants matériels, tels que les processeurs, les capteurs, et les actionneurs, dans un système embarqué.

Concevoir des systèmes de contrôle pour des applications embarquées, en intégrant des techniques de régulation et d'asservissement et d'IA.

Analyser et évaluer des exemples concrets de systèmes embarqués, en particulier dans le domaine de l'IoT.

ENSEIGNEMENTS PRE-REQUIS

Electronique analogique et numérique.

Traitement du signal.

Architecture des ordinateurs avancés.

Programmation (C, python, ...)

Notion sur l'intelligence artificielle.

CONTENU DE LA MATIÈRE:

Chapitre 1 : Introduction aux systèmes embarqués

Définition et caractéristiques des systèmes embarqués.

Systèmes embarqués vs. Systèmes généraux.

Architecture d'un système embarqué (Hardware et software).

Types de systèmes embarquée (Temps réel, système de contrôle, systèmes autonomes, embarqué en réseau (IoT), embarqués mobiles, distribués, intégrée, Haute performances).

Contraintes et défis de design des systèmes embarqués (temps réel, consommation d'énergie, espace mémoire, etc.).

Exemples d'applications dans l'IoT.

Chapitre 2 : Hardware des systèmes embarqués

Processeur embarqué.

Rappel sur les MCU, MPU, DSP, autres.

Rappel sur les architectures : Pipeline, VLIW, ...

Concepts SoC et MPSoC.

Etude de cas : Microcontrôleurs ARM (Architecture, gestion de la mémoire, ...)

Communication dans les systèmes embarqués

Type de communication : Simplex, Duplex, série, parallèle, synchrone et asynchrone.

Type de bus de communication : bus de données, bus de contrôle, ...

Protocoles de communication : série (I2C, SPI, UART, CAN), parallèle (PCI,...) .

Arbitrage et timing des bus.

Communication avancée dans un environnement IoT (Ethernet, wifi, Bluetooth, Zigbee, LoRa, etc.).

Performance des bus de communication.

Gestion des entrées/sorties (E/S) : Digital et analogique.

Gestion des données : Série vs. Parallèle E/S.

Interface des composants d'E/S (GPIO, ADC, DAC,...).

Interfaces et Contrôle des Périphériques (capteurs, actionneurs, afficheurs, ...).

Performances d'E/S.

Timers et Compteurs :

Fonctionnement.

Applications : Mesure de temps, génération de signaux PWM, ...

Interruptions :

Introduction : Définition et rôle dans les systèmes embarqués.

Type d'interruption (Matérielles, logicielles, internes).

Fonctionnement et gestion des priorités d'interruption.

Interface avec un MCU.

Gestion de l'alimentation : Efficacité énergétique, production et stockage

Chapitre 3 : Introduction au control des systèmes

Notion de système.

Classification des systèmes (linéaires vs non linéaires, continus vs discrets)

Représentation mathématique des systèmes (équations différentielles, fonctions de transfert).

Domain temporel vs. Fréquentiel.

Système de contrôle

Boucle de contrôle (Boucle ouverte et fermées)

Régulation vs. Asservissement

Schéma fonctionnel (schéma bloc).

Introduire les notions : Consigne, commande, perturbation, capteur, régulateur, signal d'erreur, ...).

Techniques de contrôle

Contrôleur PID.

Techniques avancées de contrôle (linéaire et non-linéaire).

Techniques de contrôle basées sur l'intelligence artificielle (Algorithme génétique, Logique floue, machine Learning, Deep learning, ...).

Exemple de contrôle dans l'environnement IoT

Chapitre 4 : Systèmes embarqués et intelligence artificielle

Introduction aux défis de l'implémentation de l'IA dans les systèmes embarqués

Contraintes de ressources (mémoire, puissance de calcul, énergie)

Exigences de temps réel

Exemples d'applications de l'IA dans les systèmes embarqués

Architectures matérielles pour l'IA embarquée

Processeurs spécialisés pour l'IA
 Edge computing et cloud computing
 Architectures distribuées pour l'IA
 Architecture des processeurs spécialisés pour l'IA
 Processeurs vectoriels et SIMD
 GPU et GPGPU dans les systèmes embarqués
 Architectures neuromorphiques
 Systèmes distribués et edgecomputing
 Principes de base des systèmes distribués
 Edgecomputing et cloudcomputing
 Protocoles de communication pour l'IoT (MQTT, CoAP)
Chapitre 5:Etude de cas

Ce chapitre vise à étudier et/ou concevoir un système IoT embarqué. Il est laissé à l'appréciation de l'enseignant et dépend du matériel pédagogique disponible.

TRAVAUX PRATIQUES :

Des séances de travaux pratiques permettant à l'étudiant de :

Se familiariser avec le hardware des microcontrôleurs et microprocesseurs.
 Programmation de microcontrôleurs ARM : Mise en œuvre de GPIO, gestion des interruptions, et contrôle de capteurs.
 Interface de communication série : Utilisation des protocoles I2C, SPI ou UART pour connecter et gérer des périphériques.
 Réaliser des systèmes IoT embarqués.
 Introduction à l'IA embarquée
 Matériels: Cartes Arduino, raspberry pi, PIC, Carte FPGA.....

MODALITES D'EVALUATION :

01 examen écrit + note des TP

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES (Livres et photocopiés, sites internet, etc):

E. A. Lee and S. A. Seshia, Introduction to Embedded Systems - A Cyber-Physical Systems Approach, Second Edition, MIT Press, 2017.
 Noergaard, Tammy. *Embedded systems architecture: a comprehensive guide for engineers and programmers*. Newnes, 2012.
 Xiao, Perry. *Designing Embedded Systems and the Internet of Things (IoT) with the ARM mbed*. John Wiley & Sons, 2018.
 Zurawski, Richard. *Embedded Systems Handbook: Embedded systems design and verification*. CRC press, 2018.
 Marwedel, Peter. *Embedded system design: embedded systems foundations of cyber-physical systems, and the internet of things*. Springer Nature, 2021.
 Ball, Stuart. *Embedded microprocessor systems: real world design*. Elsevier, 2002.
 Philippe Louvel, Systèmes électroniques embarqués et transports, Dunod, 2012.
 Yassine Manai, Méthodologie de conception de systèmes embarqués, Dunod, 2011,

Semestre : S4

Unité d'enseignement : UEF 2.2.2

Matière 4: Sécurité des réseaux

VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TP: 1h30)

Crédits : 3

Coefficient : 2**OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT:**

Ce module permet à l'élève d'acquérir des notions fondamentales dans la sécurité des réseaux et réseaux mobiles.

CONNAISSANCES PRÉALABLES RECOMMANDÉES :

Notions en réseaux, cryptographie et sécurité.

CONTENU DE LA MATIÈRE :**Chapitre 1 : Mécanismes fondamentaux de la sécurité réseau**

- Audit, diagnostics et contres mesures
- Firewalls
- Proxys
- VPNs
- Systèmes de détection d'intrusion
- Quelques protocoles de sécurité du modèle TCP/IP
 - i. Introduction à la pile protocolaire TCP/IP
 - ii. WEP/WPA/WPA2/WPA3
 - iii. IPsec : AH et ESP
 - iv. IPsec : IKE
 - v. SSL/TLS
 - vi. SSH

Chapitre 2 : Authentification dans les réseaux

- Problèmes de l'authentification.
- Authentification par mot de passe (les protocoles PAP et CHAP).
- Authentification en utilisant un serveur réseaux.
- Utilisation des outils cryptographique pour l'authentification réseaux:
 - i. Authentification par certificat numérique (notion de PKI).
 - ii. Sécurité des connections WAN : VPN (IPsec).

Chapitre 3 : Sécurité de la messagerie électronique

- Listes de distribution
- Distribution de clés publiques et privées
- Privacy, Authentification de la source, Intégrité des messages, Non-répudiation,
- Preuves de soumission, Preuves de délivrance, Confidentialité des messages,
- Anonymat
- PrivacyEnhanced Mail (PEM)
- Secure/Multipurpose Internet Mail Extensions (S/MIME)
- Pretty Good Privacy (PGP)

Chapitre 4 : Techniques de codage pour la sécurité couche physique

- Introduction: sécurité couche physique
- Canaux sans erreurs: système de cryptage de Shannon

- Canaux bruités: le canal Wiretap de Wyner
- Codage pour le canal Wiretap Gaussein

Chapitre 5 : Sécurité dans les réseaux mobiles

- Sécurité des réseaux mobiles de télécommunication
- Sécurité dans les réseaux mobiles de nouvelle génération
- Sécurité des réseaux mobiles IP
- Sécurité des réseaux ad hoc
- Gestion de clés dans les réseaux ad hoc
- Sécurité dans les réseaux de capteurs sans fils
- Gestion de clés dans les réseaux de capteurs
- Authentification dans les réseaux WIFI .

Chapitre 6 : Modélisation du trafic et sécurité du plan de trafic du réseau

- Modèles de menace pour les réseaux protocole Internet
- Plans de trafic du réseau protocole Internet : défense en profondeur et en largeur
- Concepts de sécurité en périphérie des réseaux protocole Internet
- Concepts de sécurité des cœurs de réseau

Chapitre 7 :

- Introduction à la sécurité de l'Internet des Objets
- Architecture IoT sécurisée
 - Protection des échanges de données (PED)
 - Protection des socles techniques (PST)
 - Protection de l'accès aux données (PAD)
 - Traçabilité (TRA)
- Gestion de la confiance dans l'IoT
- Protocoles d'authentification IoT

MODE D'ÉVALUATION: Examen (60%), contrôle continu (40%).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES (Livres et photocopiés, sites internet, etc.):

1. Chaouchi. H., Laurent-Maknavicius. M. , “La sécurité dans les réseaux sans fil et mobile”, éditions Hermès / Lavoisier, 2007.
2. Stallings. W., “Cryptography and Network Security”, seventh edition. 2005
3. Luzzi L., “Techniques de Codage pour la Sécurité Couche Physique”, ETIS, 2014.
4. Stewart. J. M., Chapple. M., Gibson. D., “CISSP(Certified Information Systems Security Professional)”, Official Study Guide, 7th addition, 2015.
5. Sehudet. G., Smith. D. J., “Router Security StrategiesSecuring IP Network Traffic Planes”, Cisco Press, 2007.
6. Larrieu. N., Owezarski. P., “De l'utilisation des mesures de trafic pour l'ingénierie des réseaux de l'internet”, Technique et Science Informatique. 2002.
7. Russell, Brian, and Drew Van Duren. Practical Internet of Things Security: Design a security framework for an Internet connected ecosystem. Packt Publishing Ltd, 2018.

8. Chantzis, Fotios, et al. *Practical IoT Hacking: The Definitive Guide to Attacking the Internet of Things*. No Starch Press, 2021.
1. Cheruvu, Sunil, et al. *Demystifying internet of things security: successful iot device/edge and platform security deployment*. Springer Nature, 2020.

1.

Semestre : S4
Unité d'enseignement : UEF 2.2.2
Matière 5 : Réseaux Mobiles
VHS: 67h30 (Cours : 1h30, TD : 1h30, TP 1h30)
Crédits : 5
Coefficient : 3

OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT

Ce cours a pour objectif de présenter plusieurs notions essentielles des réseaux de télécommunications. Un premier volet sera consacré à introduire les fondements et concepts de base des réseaux cellulaires : concept cellulaire, techniques d'accès au support radio (FDMA, TDMA, CDMA, CSMA-CA), en détaillant le fonctionnement de quelques systèmes représentatifs tels que la 2G, UMTS (3G), LTE (4G) ou encore le Wi-Fi.

Un second volet sera dédié à l'étude de plusieurs notions essentielles des nouvelles générations de réseaux telles que la qualité de service (QoS), la mobilité (MIP) ou encore la signalisation dans IP (SIP, VoIP).

Une série de travaux dirigés et de travaux pratiques permettront d'assimiler et de mettre en application les différentes notions étudiées.

A l'issue de ce cours l'étudiant sera en mesure de :

- Faire l'analyse et l'ingénierie des réseaux mobiles de 2ème, 3ème et 4ème génération
- Participer à des projets de déploiement de réseaux pour des entreprises nationales et internationales.
- Contribuer au développement de nouvelles versions des systèmes actuels.
- Développer un logiciel pour simuler et analyser les fonctions du réseau.

ENSEIGNEMENTS PRE-REQUIS :

- Notions de base de l'électricité et de l'électronique
- Connaissance de base sur les réseaux et protocoles de communication.
- Programmation informatique.

CONTENU DU MATIERE :

Chapitre 1. Principe de base de la communication sans fil

- Capacité du canal de communication (Shannon),
- Phénomènes d'interférence et d'atténuation du signal,
- Les protocoles et techniques de partage de canal (CSMA, CDMA, TDMA, OFDMA).

Chapitre 2. Réseaux cellulaires

- Les grands principes des réseaux cellulaires et de la mobilité .
- Rappels sur les générations précédentes: EDGE, GSM.
- 3 ème génération
- 4 ème génération
- 5 ème génération
- Future génération

Chapitre 3. Système de géolocalisation GPS

Chapitre 4. Les réseaux MANET et VANET :

- Protocoles et algorithmes de routage.

Chapitre 5. Réseaux mobiles dans l'IoT.

- Introduction
- Modulations et architectures pour IoT.
- Normes et protocoles.
- La qualité de service (QoS) dans les réseaux mobiles

MODALITES D'EVALUATION

01 examen écrit + moyenne des devoirs et des évaluations continues + note des TPs

REFERENCES

1. Freeman, Roger L. "Telecommunication Transmission Handbook". John Wiley & Sons. 1991
2. A.K.Nayak, S.C.Rai, R.Mall , (2016), Computer Network Simulators Using NS2, Productivity Press, 2016.
3. R.Mutha, (2013), Performance Evaluation of AdHoc Routing Protocols By NS2 Simulation, LAP Lambert Academic Publishing, 2013.
4. Rolando Herrero . "Fundamentals of IoT Communication Technologies". Springer. 2021
5. Jean-Philippe Vasseur, Adam Dunkels. Interconnecting Smart Objects with IP: The Next Internet. Morgan Kaufmann. 2010
6. James Kurose, Keith Ross. Computer Networking: A Top-Down Approach. Pearson Education Limited. 2016
7. Raffaele Gravina, Carlos E. Palau, Marco Manso, Antonio Liotta, Giancarlo Fortino. Integration, Interconnection, and Interoperability of IoT Systems. Springer. 2017
8. Vasuky Mohanan, Rahmat Budiarto, and Ismat Aldmour. Powering the Internet of Things With 5G Networks. IGI Global. 2017
9. David Hanes, Gonzalo Salgueiro, Patrick Grossetete, Rob Barton, Jerome Henry. IoT Fundamentals: Networking Technologies, Protocols, and Use Cases for the Internet of Things. Cisco Press. 2017
10. Perry Lea. Internet of Things for Architects: Architecting IoT solutions by implementing sensors, communication infrastructure, edge computing, analytics, and security. Packt Publishing. 2018

Semestre : S4
Unité d'enseignement : UEF 2.2.2
Matière 6 : IoT et ses protocoles
VHS: 45h00 (Cours : 1h30, TP 1h30)
Crédits : 4
Coefficient : 3

OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT :

Ce cours est une introduction au concept de l'Internet des objets, à ses applications et aux contraintes associées pour leur mise en œuvre. Il donne d'abord une introduction à l'architecture du système et à ses applications. Ensuite, il apporte aux étudiants les connaissances des technologies de communication permettant les échanges de données. Enfin, il fournit les bases des protocoles applicatifs pour traiter la grande quantité de données liées à l'IoT.

Les objectifs de ce cours sont résumés comme suit :

- Appréhender l'architecture d'IoT,
- Citer les différents composants de l'écosystème IoT
- Acquérir des connaissances sur les réseaux de communication classiques (Bluetooth, ZigBee, wifi direct) et sur les principes de communication longue portée dédiés à l'Internet des objets (LoRa, Sigfox, NB-IoT).
- Maîtriser les protocoles de routage dédiés à l'IoT (RPL, protocoles de routage sans fil hiérarchique et plat),
- Connaître les protocoles de transport de données dédiés à l'IoT (CoAP, MQTT, XMPP).

ENSEIGNEMENTS PRE-REQUIS

- Connaissance de base sur les réseaux et protocoles de communication.
- Programmation (C, python, ...etc.)

CONTENU DE LA MATIÈRE :

Chapitre 1 :

- Introduction à l'internet des objets.

Chapitre 2 :

Architecture d'un réseau IoT

- Concept d'un réseau IoT (Physique, communication et application.).
- Les composants hardware et software de l'écosystème IoT.
- Le design d'un réseau IoT.
- Architectures réseaux IoT standardisées (normalisées) (one M2M, IoTWF, ...).

Chapitre 3 :

- Communication dans l'IoT
- Introduction aux systèmes de communication dans l'IoT.
- Technologies de communication de courte portée (IEEE 802.15.4, Zigbee, BLE, Wi-Fi)
- Technologies de communication de longue portée (LoRaWan, Sigfox, NB IoT, LTE-M, ...)
- Systèmes de localisation (GPS, etc.).
- Aperçu sur les technologies de communication IoT émergentes.

Chapitre 4 :

- Normes et protocoles dans l'IoT
- Protocoles réseau (IP dans IoT, Routing , etc.)
- Protocoles de transport de données IoT (CoAP, MQTT, etc.)
- Protocoles des applications IoT.
- Autres

Chapitre 5 :

- Introduction à la sécurité des réseaux IoT.

Chapitre 6 :

- Etude de cas : présentation de l'architecture et protocoles d'un réseau IoT

TRAVAUX PRATIQUES

- Etude de cas: présentation de l'architecture et protocoles d'un réseau IoT

MODALITES D'EVALUATION :

01 examen écrit + moyenne des devoirs et des évaluations continues + note des TPs

REFERENCES

1. Freeman, Roger L.. "Telecommunication Transmission Handbook". John Wiley & Sons. 1991
2. Rolando Herrero . "Fundamentals of IoT Communication Technologies". Springer. 2021
3. Jean-Philippe Vasseur, Adam Dunkels. Interconnecting Smart Objects with IP: The Next Internet. Morgan Kaufmann. 2010
4. James Kurose, Keith Ross. Computer Networking: A Top-Down Approach. Pearson Education Limited. 2016
5. Raffaele Gravina, Carlos E. Palau, Marco Manso, Antonio Liotta, Giancarlo Fortino. Integration, Interconnection, and Interoperability of IoT Systems. Springer. 2017
6. Vasuky Mohanan, Rahmat Budiarto, and Ismat Aldmour. Powering the Internet of Things With 5G Networks. IGI Global. 2017
7. David Hanes, Gonzalo Salgueiro, Patrick Grossetete, Rob Barton, Jerome Henry. IoT Fundamentals: Networking Technologies, Protocols, and Use Cases for the Internet of Things. Cisco Press. 2017
8. Perry Lea. Internet of Things for Architects: Architecting IoT solutions by implementing sensors, communication infrastructure, edge computing, analytics, and security. Packt Publishing. 2018

Semestre : 4
Unité d'enseignement : UED 2.2.1
Matière 7: Développement mobile 1
VHS: 45h00 (cours 1h30, TP 1h30)
Crédits : 3
Coefficient :2

OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT:

- Découverte de la plateforme de développement Android Studio
- Introduire les concepts de base de la programmation Android
- Introduire quelques concepts de l'IHM et de la programmation des interfaces utilisateur mobiles
- Découverte de la plateforme de Firebase

CONNAISSANCES PRÉALABLES RECOMMANDÉES:

- Programmation Java

CONTENU DE LA MATIÈRE:

Chapitre 1 : Programmation Kotlin

- Introduction courte à la programmation Kotlin

Chapitre 2 : Introduction

- Introduction à l'Android
- Historique de la programmation mobile
- Présentation du projet *Openhandset Alliance*
- Statistiques d'utilisation des plateformes mobiles dans le monde
- Les différentes versions d'Android
- Présentation de l'EDI Android Studio
- L'Android Manifest
- Les Thèmes
- Les Permissions
- Les Images et les icônes
- Structure d'un projet Android
- L'émulateur et l'exécution
- Débogage et le profiler
- Génération d'un APK et signature
- Le site android.com

Chapitre 3 : Les Activités

- Application Android
- Pièces d'une application
- Les Ressources
- Les Activités : affichage et configuration
- Le cycle de vie d'une application
- Les Messages et les boîtes de dialogues
- Les Notifications

Chapitre 4 : Les Intents

- Les Intents
- Les Actions
- Les Data (Uri)
- Les Catégories
- Les Flags
- Les Bundles
- Lancement d'une activité : les différents modes
- Lancement d'une application

Chapitre 5 : Programmation des interfaces utilisateurs (IUs)

- Les Vues et l'Architecture d'un IU
- Interface graphique (Java et XML)
- Le fichier R.java
- Présentation de quelques composants graphiques
- Les layouts (gestionnaires de position)
- Le Dessin par XML (ShapeDrawable) et les styles
- Les Animations

Chapitre 6 : Firebase 1

- Présentation de la plateforme Firebase
- Préparation du projet
- L'Authentification (par téléphone et par mail)
- Base de données temps réel (Realtime Database)

MODE D'ÉVALUATION: Examen (50%), contrôle continu (50%)

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES:

1. Android - Guide de développement d'applications Java pour Smartphones et Tablettes (4e édition), Sylvain Hébuterne
2. Head First Android Development (English Edition), Dawn Griffiths et David Griffiths
3. Programming Android with Kotlin (English Edition), Pierre-Olivier Laurence, Amanda Hinchman-Dominguez, et al.

Semestre : 4
Unité d'enseignement : UED 2.2.1
Matière 8: Analyse et traitement de signal.
VHS: 45h.00 (cours 1h30, TP 1h30)
Crédits : 3
Coefficient :2

OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT :

Comprendre les concepts fondamentaux du traitement du signal.
 Acquérir les compétences nécessaires pour analyser et traiter les signaux numériques et analogiques.
 Appliquer les techniques de traitement du signal à des cas concrets dans le domaine de l'IoT.
 Développer les compétences en programmation pour le traitement du signal.

CONTENU DE LA MATIERE :

Chapitre 1 : Généralité sur les signaux

Objectifs du traitement du signal et son importance dans l'IoT.
 Définition et propriétés des signaux (signal, bruit, fréquence, amplitude,....)
 Classification des signaux
 Signaux déterministes et signaux aléatoires
 Notions de base : Causalité, puissance, ...
 Fonction de base en traitement du signal (mesure, filtrage, lissage, modulation ,....)
 Acquisition de signaux dans le contexte de l'IoT.

Chapitre 2 : Traitement du signal

Rappels sur l'analyse de Fourier et la transformée de Laplace.
 Produit de convolution et applications (filtrage).
 Filtrage dans le domaine fréquentiel.
 Echantillonnage et quantification
 Convertisseur CNA et CAN

Chapitre 3 : Analyse des signaux

Corrélation des signaux
 Analyse fréquentielle des signaux
 Analyse temporelle des signaux.
 Utilisation de la transformée en ondelettes.

Chapitre 4 : Traitement Numérique du Signal

Introduction au traitement numérique du signal.
 Techniques de traitement numérique du signal.
 Utilisation de bibliothèques de traitement numérique du signal dans des langages de programmation Courants.

Chapitre 5 : Applications du traitement du signal dans l'IoT

Traitement des signaux audio (commande vocale, reconnaissance de sons)
 Traitement des signaux d'image (vision artificielle, analyse d'images)
 Traitement des signaux biométriques (identification, surveillance de la santé)
 Traitement des données des capteurs (domotique, réseaux intelligents)

Mode d'évaluation : Contrôle continu et Examen écrit

RÉFÉRENCES

1. Livre : "Traitement du signal pour les communications IoT" par Hikmet Sari. Ce livre explore les techniques de traitement du signal spécifiques aux communications IoT, en mettant l'accent sur les défis et les solutions dans ce domaine.
2. Livre : "IoT pour le traitement du signal" par Charalampos C. Tsimenidis et Babak Gholami. Ce livre offre une introduction approfondie au traitement du signal pour l'IoT, en couvrant les aspects théoriques et pratiques de ce domaine.
3. Article : "A review of signal processing techniques for IoT applications" par Hichem Sedjelmaci et al. Cet article examine différentes techniques de traitement du signal utilisées dans les applications IoT, en mettant l'accent sur les aspects de conception et de performance.
4. Article : "Signal processing techniques for IoT-based healthcare systems: A review" par Ahmed Bilal Ashraf et al. Cet article se concentre sur les techniques de traitement du signal appliquées aux systèmes de santé basés sur l'IoT, en soulignant les défis et les opportunités dans ce domaine.
5. Article : "Signal processing techniques for energy-efficient IoT communications: A review" par Mohammad F. Mokhtar et al. Cet article passe en revue les techniques de traitement du signal visant à améliorer l'efficacité énergétique des communications IoT, en présentant des approches novatrices et des résultats de recherche récents

E. Programme détaillé du Semestre 5

Semestre : S5

Unité d'enseignement : UEF 3.1.1

Matière 1: Apprentissage machine avancé

VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TD: 1h30)

Crédits : 5

Coefficient : 2

OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT:

Le cours vise à fournir une compréhension des différents types d'architectures profondes, y compris:

- Les réseaux de convolution,
- Les réseaux récurrents,
- Les réseaux de neurones à convolution rapide
- Les réseaux de neurones récurrents plus rapides.

CONTENU DE LA MATIÈRE :

Chapitre 1:

- Histoire de l'apprentissage profond :
 - Neurone McCulloch Pitts,
 - Logique de seuillage,
 - Fonctions d'activation,
 - Descente de gradient (GD),
 - Descente de gradient basée sur le momentum, descente de gradient accélérée de Nesterov,
 - GD stochastique,
 - AdaGrad, RMS Prop,
 - Adam,
 - Décomposition en valeurs propres.
- Réseaux de neurones récurrents,
 - Rétro propagation à travers le temps (BPTT),
 - Gradients qui disparaissent et explosent, BPTT tronqué, GRU, LSTMs, modèles encodeur-décodeur, mécanisme d'attention, attention sur les images.

Chapitre 2:

- Les autos encoders:
 - Comparaison avec l'ACP,
 - La régularisation dans les auto encodeurs,
 - Les auto encodeurs de débruitage,
 - Les auto encodeurs parcimonieux,
 - Les auto encodeurs contractifs,
- La régularisation :
 - Compromis biais-variance,
 - Régularisation L2,
 - Arrêt précoce,
 - Augmentation de données d'apprentissage,

- Partage et liaison de paramètres,
- Injection de bruit en entrée,
- Méthodes d'ensemble,
- Dropout, normalisation en batch,
- Normalisation par instance,
- Normalisation par groupe.

Chapitre 3:

- Entraînement préalable couche par couche avide (Greedy Layer wise Pre-training):
 - Meilleures fonctions d'activation,
 - Meilleures méthodes d'initialisation des poids,
 - Apprentissage de représentations vectorielles des mots,
 - Réseaux de neurones convolutifs, LeNet, AlexNet, ZFNet, VGGNet, GoogLeNet, ResNet,
 - Visualisation des réseaux de neurones à convolution.

Chapitre 4:

- Introduction à l'apprentissage par renforcement (RL) :
 - Algorithmes Bandit
 - UCB, PAC, Élimination médiane, Gradient de politique, RL complet et MDP, Optimisation de Bellman, Programmation dynamique
 - Itération de valeur,
 - Itération de politique et Q-learning et méthodes de différence temporelle.

Chapitre 5:

- Fitted Q:
 - Apprentissage profond Q-Learning,
 - Algorithmes Q-learning avancés,
 - Apprentissage de politiques en imitant des contrôleurs optimaux,
 - DQN et Gradient de politique,
 - Algorithmes de Gradient de politique pour RL complet,
 - RL hiérarchique, POMDPs,
 - Méthode acteur-critique,
 - Apprentissage par renforcement inverse,
 - Apprentissage inverse profond de renforcement maximum d'entropie,
 - Apprentissage par imitation antagoniste génératif,
 - Tendances récentes dans les architectures de RL.

Références:

- 1 Ian Good fellow and Yoshua Bengio and Aaron Courville, “Deep Learning”, An MIT Press book, 2016.
- 2 Sutton and Barto, “Reinforcement Learning: An Introduction”, 2nd Edition 2015.
- 3 Marco Wiering and Martijn van Otterl, “Reinforcement Learning: State-of-the-Art”, March 2014.

Semestre : S5

Unité d'enseignement : UEF 3.1.1

Matière 2: Systèmes embarqués 2

VHS : 69h00 (Cours : 1h30, TD: 1h30, TP: 1h30)

Crédits : 5

Coefficient : 3

Objectifs de l'enseignement:

Avec la complexité croissante des applications IoT, la maîtrise des outils et techniques de développement pour les systèmes embarqués est devenue essentielle. Ce module aborde les environnements de développement, les langages de programmation, ainsi que les concepts fondamentaux des systèmes en temps réel. Les étudiants apprendront à concevoir, programmer et optimiser des systèmes embarqués, en utilisant des outils modernes et en tenant compte des contraintes spécifiques à ces systèmes. En outre, un chapitre est consacré à l'intégration des techniques de machine learning (ML) et l'utilisation des environnements de développement spécialisés pour l'IA embarquée. Ce cours prépare les étudiants à gérer efficacement des projets de systèmes embarqués complexes, notamment dans le cadre de l'IoT, tout en assurant la fiabilité et la performance en temps réel. Ce cours a pour objectif de former les étudiants capables de:

Maîtriser les outils de développement essentiels pour les systèmes embarqués, y compris les IDE, les compilateurs, et les débogueurs.

Programmer efficacement en langage C embarqué et comprendre les alternatives comme MicroPython.

Comprendre et appliquer les concepts de base des systèmes en temps réel, y compris l'utilisation des RTOS (Real-Time Operating Systems).

Concevoir et tester des applications embarquées, en assurant leur performance et fiabilité.

Gérer le développement de systèmes embarqués complexes en intégrant les bonnes pratiques.

Utiliser des environnements de développement spécialisés pour l'IA embarquée, tels que des frameworks et des bibliothèques adaptées.

ENSEIGNEMENTS PRE-REQUIS :

Notion Hardware des systèmes embarqués

Architecture des ordinateurs avancés.

Programmation (C, python, ...)

Notion sur l'intelligence artificielle et le Machine Learning.

CONTENU DU MODULE :

Chapitre 1 : Introduction aux outils et environnement de Développement des Systèmes Embarqués

Langages de programmation pour systèmes embarqués (C, C++, assembleur).

Introduction aux différents outils :

Développement et de débogage (IDE, compilateurs, simulateurs).

Gestion de Version.

Tests et de Validation (Ex : Hardware-in-the-Loop (HIL) Testing)

Programmation et Flashing (Ex : Arduino bootloader)

Communication et de Surveillance (Serial Monitors, Oscilloscopes numériques, etc)

Conception et de Prototypage (KiCad, etc.)

Bibliothèques et Frameworks (CMSIS, mbed OS)

Chapitre 2 : Programmation des systèmes embarqués

Embedded C

Bases du langage C pour l'embarqué

Transfert de données, opérations arithmétiques et logiques

Gestion de la mémoire

Gestion des E/S

Configuration des ports GPIO

Protocoles de communication (UART, SPI, I2C)

Timers/compteurs

Configuration et utilisation

Génération de PWM

Contrôle des interruptions

Configuration des interruptions

Écriture de gestionnaires d'interruptions

Gestion de l'énergie

Modes de basse consommation

Techniques d'optimisation énergétique

Alternatives à l'Embedded C

MicroPython : avantages et limitations

Comparaison Embedded C vs. MicroPython

Autres langages pour l'embarqué (Rust, Ada)

Cross-compilation dans les systèmes embarqués

Chapitre 3 : Introduction aux systèmes temps réel

Définition et Concepts de Base.

Différences entre systèmes temps réel et systèmes classiques.

Types de systèmes temps réel : Systèmes à temps réel strict (hard real-time) vs à temps réel souple (soft real-time).

La problématique du contrôle temps-réel (Les tâches temps réel)

Systèmes temps réel et systèmes embarqués.

Applications des systèmes temps réel : Exemples dans l'automobile, l'aérospatiale, l'automatisation industrielle, l'IoT.

Chapitre 4 : Systèmes d'exploitation en temps réel (RTOS)

Introduction aux RTOS

Différences entre un OS classique et un RTOS

Caractéristiques clés d'un RTOS

Concepts de base des RTOS

Threads et processus

Ordonnancement temps réel (Algorithmes d'ordonnancement, ...).

Communication inter-tâches et synchronisation (Sémaphores, mutex, files de messages, ...).

Gestion de la mémoire dans un RTOS

Gestion du temps et des interruptions

Timers logiciels

Gestion des interruptions dans un contexte RTOS

Bonnes pratiques de programmation avec un RTOS

Conception de tâches
Gestion des priorités
Débogage de systèmes multi-tâches
Comparaison et choix d'un RTOS pour un projet IoT : FreeRTOS, Zephyr, Mbed OS
Alternatives aux RTOS :
Programmation Bare-metal
RTOS vs Bare-metal
RTOS dans les applications IoT.

Chapitre 5: Méthodologies et outils de conceptions des systèmes embarqués

Objectifs et exigences: cahier de charge
Approches de développement: état de l'art
Evaluation des systèmes embarqués:
Normes et standards
Contrainte de temps
Dégradation du fonctionnement
Fiabilité / sécurité
Autres paramètres
Techniques d'optimisation des systèmes embarqués.

Chapitre 6 : Implémentation du Machine Learning dans les systèmes embarqués

Frameworks et bibliothèques pour le ML embarqué
Techniques d'optimisation pour le ML embarqué
Programmation de modèles ML simples pour systèmes embarqués
Outils de développement pour l'IA embarquée

TRAVAUX PRATIQUES :

Des séances de travaux pratiques permettant à l'étudiant de:

Utiliser différents softwares et outils de développement des systèmes embarqués: C Embedded, Micro pytho, VHDL,

Programmation avec RTOS : Implémentation de tâches temps réel, gestion des priorités et communication inter-tâches.

Réaliser des systèmes IoT embarqués.

Implémentation de modèles de machine learning : Déploiement d'un modèle simple de ML sur un système embarqué.

Matériels: Cartes Arduino, raspberry pi, PIC, Carte FPGA.....

MODALITES D'EVALUATION :

01 examen écrit + note des TPs

REFERENCES :

Ünsalan, Cem, Hüseyin Deniz Gürhan, and Mehmet Erkin Yücel. *Embedded System Design with ARM Cortex-M Microcontrollers*. Springer International Publishing, 2022.

Ungurean, Ioan. "Timing comparison of the real-time operating systems for small microcontrollers." *Symmetry* 12.4 (2020): 592.

-
- E. A. Lee and S. A. Seshia, *Introduction to Embedded Systems - A Cyber-Physical Systems Approach*, Second Edition, MIT Press, 2017.
- Noergaard, Tammy. *Embedded systems architecture: a comprehensive guide for engineers and programmers*. Newnes, 2012.
- Xiao, Perry. *Designing Embedded Systems and the Internet of Things (IoT) with the ARM mbed*. John Wiley & Sons, 2018.
- Zurawski, Richard. *Embedded Systems Handbook: Embedded systems design and verification*. CRC press, 2018.
- Marwedel, Peter. *Embedded system design: embedded systems foundations of cyber-physical systems, and the internet of things*. Springer Nature, 2021.
- Ball, Stuart. *Embedded microprocessor systems: real world design*. Elsevier, 2002.
- Philippe Louvel, *Systèmes électroniques embarqués et transports*, Dunod, 2012.
- Yassine Manai, *Méthodologie de conception de systèmes embarqués*, Dunod, 2011,

Semestre : S5
Unité d'enseignement : UEF 3.1.2
Matière 3: Systèmes IoT avancés
VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TD: 1h30)
Crédits : 5
Coefficient :3

OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT :

Le cours " Systèmes IoT avancés " offre aux étudiants une exploration approfondie des applications de l'Internet des objets (IoT). Après un rappel des concepts fondamentaux, le cours aborde l'intégration de l'IoT dans divers secteurs clés tels que les villes intelligentes, l'industrie 4.0, la santé, l'agriculture et l'énergie. Les étudiants apprennent à concevoir des solutions IoT complètes en intégrant les technologies, capteurs, et protocoles acquis lors des semestres précédents. Chaque chapitre est illustré par une étude de cas concrète, permettant aux étudiants de comprendre les défis réels et les solutions innovantes dans le domaine.

Ce cours vise à préparer les futurs professionnels à relever les défis complexes de l'IoT moderne, en développant leur capacité d'analyse critique et leur créativité dans la conception de solutions IoT innovantes et responsables.

À l'issue de ce cours, les étudiants seront capables de :

Intégrer les connaissances acquises dans les modules précédents pour concevoir des systèmes IoT complexes à grande échelle.

Développer une compréhension approfondie des défis techniques, éthiques et sociétaux liés aux systèmes IoT à grande échelle.

Acquérir des compétences pratiques dans la conception, l'implémentation et la gestion de solutions IoT à grande échelle.

Analyser et évaluer les technologies émergentes dans le domaine de l'IoT.

Préparer les étudiants à relever les défis du monde professionnel dans le domaine de l'IoT.

Stimuler la créativité et la réflexion critique à travers l'analyse d'études de cas réels.

PRE REQUIS :

IoT et ses protocoles

Systèmes embarqués

Capteurs et acquisition de données

Intelligence artificielle

Machine Learning.

Notion sur le cloud computing

CONTENU DE LA MATIÈRE :

Chapitre 1 : Rappel des concepts essentiels de l'IoT

- Architecture générale des systèmes IoT
- Principaux protocoles de communication (MQTT, CoAP, LoRaWAN, etc.)
- Révision des technologies clés (cloud computing, edge computing, IA)

Chapitre 2 : Villes intelligentes (Smart Cities)

- Infrastructures intelligentes : gestion de l'énergie, des déchets, de l'eau.
- Mobilité urbaine : transport intelligent, stationnement connecté
- Sécurité urbaine : Surveillance par caméra, gestion des urgences, et systèmes de sécurité publics.
- Gouvernance et participation citoyenne via l'IoT
- Étude de cas : projets de villes intelligentes réussis

Chapitre 3 : IoT industriel (IIoT)

- Optimisation logistique : Suivi en temps réel des stocks et gestion intelligente des chaînes d'approvisionnement. Intégration des systèmes ERP (Enterprise Resource Planning), MES (Manufacturing Execution Systems) et WMS (Warehouse Management Systems).
- Automatisation des processus : Utilisation de la robotique et des chaînes de production intelligente.
- Maintenance prédictive : Techniques pour anticiper les défaillances d'équipements et réduire les temps d'arrêt.
- Étude de cas : transformation digitale d'une usine

Chapitre 4 : IoT pour la santé et le bien-être

- Dispositifs médicaux connectés : Surveillance à distance, wearables, et dispositifs implantables.
- Hôpitaux et systèmes de santé intelligents
- Santé publique et épidémiologie : Utilisation des données IoT pour la surveillance des maladies et la gestion des crises sanitaires.
- Étude de cas : Système de gestion intelligente des urgences hospitalières

Chapitre 5 : IoT pour l'agriculture et l'environnement

- Agriculture de précision : irrigation intelligente, suivi des cultures
- Élevage connecté et suivi du bétail
- Surveillance environnementale et gestion des ressources naturelles
- Prévention et gestion des catastrophes naturelles
- Étude de cas : ferme intelligente.

Chapitre 6 : IoT dans le secteur de l'énergie et Smart Grid

- Smart Grids : Introduction aux réseaux électriques intelligents, gestion de la demande en temps réel, et intégration des énergies renouvelables.
- Optimisation de la consommation énergétique : Techniques pour réduire la consommation d'énergie dans les bâtiments et les industries grâce à l'IoT.
- Gestion des ressources énergétiques : Surveillance et contrôle des infrastructures énergétiques via des capteurs IoT.
- Étude de cas : mise en place d'un réseau électrique intelligent

Chapitre 7 : IoT et technologies émergentes

- Systèmes IoT autonomes et auto-adaptatifs : Système multi-agents et IoT, Véhicules autonomes, drones, robots de service.
- IoT et le Digital Twins
- IoT et réalité augmentée/virtuelle : maintenance assistée, formation
- IoT et blockchain : traçabilité, sécurité, smart contracts
- Interopérabilité des Systèmes IoT

MODALITES D'EVALUATION

- **Examen écrit** (50%)
- **Projet** (50%) : Les étudiants devront concevoir et déployer un système IoT avancé en prenant en compte les aspects de sécurité, d'optimisation des ressources, et d'intégration avec des systèmes existants.

REFERENCES

- 1 "Designing IoT Solutions with the IoT Architectural Reference Model" by Perry Lea (2018)
- 2 "Building the Internet of Things: Implement New Business Models, Disrupt Competitors, Transform Your Industry" by Maciej Kranz (2016)
- 3 "Architecting the Industrial Internet of Things" by Alasdair Gilchrist (2016)
- 4 "The Art of Industrial IoT: A Guide to Developing a Successful IoT Strategy for Your Business" by Rob Tiffany (2018)
- 5 "IoT Platforms for Building Connected Applications: Connect, Secure, and Manage IoT Devices using Microsoft Azure IoT Hub, IBM Watson IoT Platform, AWS IoT Core, and More" by Arvind Ravulavaru (2018)
- 6 "Real-Time Analytics with SAP HANA: Enhance your IoT solutions with SAP HANA's real-time analytics and data processing capabilities" by John E. Grassi (2017)
- 7 "Practical Industrial IoT Security: A practitioner's guide to securing connected industries" by Sravani Bhattacharjee (2020)
- 8 "Advanced Analytics and AI for IoT: Transforming IoT Data into Business Value" by Michael Minelli, Michele Chambers, and Ambiga Dhiraj (2018)
- 9 "Building the Hyperconnected Society: IoT Research and Innovation Value Chains, Ecosystems and Markets" by Ovidiu Vermesan and Peter Friess (2015)
- 10 "IoT Data Analytics with Spark and Hadoop: Building Spark and Hadoop Applications for IoT" by Venkat Ankam (2018)

Semestre : S5

Unité d'enseignement : UEF 3.1.2

Matière 4: Modélisation et Simulation des réseaux

VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TD: 1h30)

Crédits : 5

Coefficient :3

OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT

Ce cours introduit la modélisation des systèmes et la simulation de réseaux de communication, notamment avec le simulateur Omnet++. Nous allons définir les principes et le processus de simulation (définition des scénarios, des données d'entrée, des paramètres, des mesures en sortie), la génération d'échantillon de données de simulation statistiquement significatif et simulation à événements discret. Dans l'exemple applicatif que nous introduisons, on montre que le simulateur de réseaux de communication Omnet++.

CONNAISSANCES PRÉALABLES RECOMMANDÉES :

- Réseaux
- Systèmes d'exploitation de base

CONTENU DE LA MATIÈRE :

Chapitre 1 : Modélisation des systèmes

- Notion de système, modèle et simulation
- Système
- Modèle
- Simulation

Chapitre 2 : Principes de simulation

- Etapes dans l'étude de la simulation
- La génération du nombre et de la variation aléatoire
- Données d'entrée
- La vérification et la validation

Chapitre 3 : Modélisation des réseaux

- Formule d'Erlang
- Chaînes de Markov en temps discret
- Chaînes de Markov en temps continue
- Processus de naissance et de mort
- Théorie des files d'attente

Chapitre 4 : Simulation des réseaux TCP/IP

- Simulation par roulette
- Simulation à événements discrets
- Mesure et nombres aléatoires

Chapitre 5 : Simulation à événements discret

- L'ordonnanceur
- Type de simulateurs à événements discrets
- Intervalle de confiance
- Simulateur Omnet++.

MODE D'ÉVALUATION: Examen (60%), contrôle continu (40%)

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES:

1. Guizani, M., Rayes, A., Khan, B., & Al-Fuqaha, A. (2010). *Network modeling and simulation: a practical perspective*. John Wiley & Sons.
2. Treuil, J. P., Drogoul, A., & Zucker, J. D. (2008). *Modélisation et simulation à base d'agents: exemples commentés, outils informatiques et questions théoriques*. Dunod.
3. Burbank, J. L., Kasch, W., & Ward, J. (2011). *An introduction to network modeling and simulation for the practicing engineer*. John Wiley & Sons.
4. Bousquet, F., Le Page, C., & Müller, J. P. (2002). Modélisation et simulation multi-agent. *deuxiemes assises du GDRI3*, 26.
5. Varga, A. (2019). A practical introduction to the OMNeT++ simulation framework. In *Recent advances in network simulation* (pp. 3-51). Springer, Cham.

Semestre : 5
Unité d'enseignement : UED 2.2.?
Matière 5: Algorithmes distribués
VHS: 45h.00 (cours 1h30, TP 1h30)
Crédits : 3
Coefficient :2

Objectifs de l'enseignement

Ce module présente les concepts fondamentaux de l'algorithmique distribué dans un modèle de communication par échange de messages : relation de causalité, horloges logiques, exclusion mutuelle, détection de terminaison, élection de leader, rendez-vous distribué, état global.

Connaissances préalables recommandées :

Ce cours ne nécessite pas des connaissances avancées en réseaux de communication. L'aspect réseau peut être simplement vu en termes de services qu'il rend.

Contenu de la matière:

Partie 1 : Introduction aux Algorithmes Distribués et Fondamentaux IoT

Chapitre 1 : Concepts de Base des Systèmes Distribués

- **Terminologie et Définitions** : Vue d'ensemble des systèmes distribués, importance dans l'IoT.
- **Modèles de Temps** : Temps logique, temps physique, synchronisation.
- **Causalité et Ordonnancement** : Causalité, horloges vectorielles, application à l'IoT.
- **Exemples d'applications dans l'IoT** : Cas pratiques où ces concepts sont essentiels.

Chapitre 2 : Exclusion Mutuelle et Coordination dans les Réseaux IoT

- **Algorithmes d'Exclusion Mutuelle à Base de Permission** : Modèles à requête/réponse, application à l'IoT.
- **Algorithmes d'Exclusion Mutuelle à Base de Jeton** : Gestion des ressources partagées dans les réseaux IoT.
- **Exemples et Études de Cas IoT** : Scénarios où l'exclusion mutuelle est cruciale.

Chapitre 3 : Synchronisation dans les Réseaux IoT

- **Synchronisation par Rendez-vous Distribué** : Algorithmes de rendez-vous, importance pour l'IoT.
- **Synchronisation Temporelle** : Protocoles NTP, PTP, et leur application dans les réseaux IoT.
- **Études de Cas** : Projets IoT nécessitant une synchronisation précise.

Chapitre 4 : Algorithmes d'État Global et d'Élection

- **Algorithmes d'État Global** : Détection d'état global dans un réseau IoT, monitoring en temps réel.
- **Algorithmes d'Élection** : Élection de coordinateurs dans des réseaux IoT distribués, algorithmes comme Bully, Ring.
- **Applications Pratiques** : Comment ces algorithmes aident dans la gestion des réseaux IoT.

Partie 2 : Algorithmes Avancés et Protocoles IoT

Chapitre 5 : Consensus et Tolérance aux Pannes dans l'IoT

- **Problème de Consensus** : Importance du consensus dans les réseaux IoT distribués.
- **Impossibilité du Consensus en Asynchrone** : Théorème CAP, application dans l'IoT.
- **Protocoles de Consensus** : Paxos, Raft, et leur implémentation dans les réseaux IoT.
- **Études de Cas** : Réalisation de consensus dans les réseaux IoT résilients.

Chapitre 6 : Protocoles de Diffusion et Tolérance aux Défaillances

- **Protocoles de Diffusion** : Diffusion fiable, diffusion atomique, application dans l'IoT.
- **Détecteurs de Défaillances** : Modèles de détection de pannes dans les réseaux IoT.
- **Scénarios Pratiques** : Gestion des défaillances dans les réseaux IoT.

Chapitre 7 : Points de Reprise et Réseaux Dynamiques

- **Techniques de Point de Reprise** : Importance de la reprise après panne dans les systèmes IoT.
- **Réseaux Dynamiques et Auto-stabilisation** : Adaptation des réseaux IoT aux changements dynamiques.
- **Applications en IoT** : Cas pratiques où ces techniques sont appliquées.

Chapitre 8 : Cohérence de Mémoire et Optimisation dans l'IoT

- **Mémoire Partagée et Modèles de Cohérence** : Cohérence dans les systèmes IoT distribués.
- **Optimisation des Réseaux IoT** : Techniques pour améliorer la performance et la fiabilité.
- **Exemples Pratiques** : Implémentation de ces concepts dans des projets IoT.

Partie 3 : Applications Pratiques et Projets IoT

Chapitre 9 : Protocoles Spécifiques IoT et Sécurité

- **Protocole MQTT** : Fonctionnement, cas d'usage, et implémentation dans des projets IoT.
- **Protocole CoAP** : Conception, cas d'utilisation, et intégration dans les systèmes IoT.
- **Sécurité dans les Réseaux IoT** : Problèmes de sécurité, solutions, et bonnes pratiques.

Mode d'évaluation : Contrôle de longue durée + Evaluation d'un TP

Références

1. Introduction to Distributed Algorithms, G. Tel, Cambridge University Press, 1994.
2. Synchronisation et Etat Global dans les Systèmes Répartis, M. Raynal, Eyrolles, 1992.
3. Distributed Algorithms, N. Lynch, Morgan Kaufmann, 1997.
4. Nancy Lynch, Distributed Algorithms, Morgan Kaufmann, 1996.
5. D. Kshemkalyani, and M. Singhal, Distributed Computing: principles, algorithms, and systems, Cambridge University Press, 2008.
6. R. Guerraoui, and L. Rodrigues. Reliable Distributed Programming, Springer, 2006.
7. G. Taubenfeld, Synchronization Algorithms And Concurrent Programming, Pearson Prentice Hall, 2006.

Semestre : 5
Unité d'enseignement : UED 3.1.1
Matière 6: Développement mobile 2
VHS: (cours 1h30, TP 1h30)
Crédits : 3
Coefficient : 2

OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT:

- Présentation des éléments avancés de la Programmation Android
- Présentation des différentes techniques de multithreading mobile
- Présentation du concept de Service
- Présentation du concept de BroadcastReceiver
- Introduction à la programmation réseaux et web

CONNAISSANCES PRÉALABLES RECOMMANDÉES:

- Programmation Java
- Programmation de base d'Android

CONTENU DE LA MATIÈRE:

Chapitre 1 : Les Threads

- Le concepts de Thread
- La classe Executor
- Les UI Thread
- Le Worker Thread
- Les AsyncTask
- Le Handler
- Le Timer et le TimerTask
- Le CountdownTimer
- Le JobScheduler

Chapitre 2 : Les services et les récepteurs

- BroadcastReceiver
- Services
- Bind Service
- IntentService
- Le temps (Calendar)
- Alarm Manager
- Pending Intent
- Le mode DOZE
- Foreground Service
- Alarmes

Chapitre 3 : Les Activités

- Application Android
- Pièces d'une application
- Les Ressources
- Les Activités : affichage et configuration
- Le cycle de vie d'une application

- Les Messages et les boîtes de dialogues
- Les Notifications

Chapitre 4 : La persistance des données et le SQL Lite

- Persistance des données
 - Persistance des activités
 - Préférences Clé/Valeur (SharedPreferences)
 - SettingsActivity
 - Système de fichiers
- Le SQL Lite
- Introduction à SQLite
- Création d'une BDD
- Mise à jour d'une BDD
- SQL

Chapitre 5 : Firebase 2

- Présentation de la plateforme Firebase
- Base de données NoSql (Firestore Database)
- Stockage de fichiers (Storage)
- Les règles de sécurité
- Présentation d'autres outils Firebase

MODE D'ÉVALUATION: Examen (50%), contrôle continu (50%)

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES:

1. Android - Guide de développement d'applications Java pour Smartphones et Tablettes (4e édition), Sylvain Hébuterne
2. Head First Android Development (English Edition), Dawn Griffiths et David Griffiths
3. Programming Android with Kotlin (English Edition), Pierre-Olivier Laurence, Amanda Hinchman-Dominguez, et al.

Semestre : S5
Unité d'enseignement : UED 3.1.1
Matière 7: Technologies spatiale d'IoT
VHS : 69h00 (Cours : 1h30, TD: 1h30)
Crédits : 3
Coefficient : 2

OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT :

Permettre aux étudiants de comprendre les différentes techniques de localisation des objets connectés.

CONNAISSANCES PRÉALABLES RECOMMANDÉES :

Des connaissances en Big Data et en IoT sont nécessaires pour suivre ce module.

CONTENU DE LA MATIÈRE :

Chapitre 1 : Big Data pour IoT

- Plateformes Big Data pour l'Internet des Objets.
- Authentifications RFID.
- Application de concepts géographiques et de technologies spatiales à l'Internet des objets.

Chapitre 2 : Systèmes d'informations géographiques

- Concepts fondamentaux.
- Les domaines d'application.
- Application au Tile Map Server.

Chapitre 3 : Systèmes et algorithmes de positionnement en intérieur

- Les systèmes et technologies de localisation.
- Techniques de localisation.
- Algorithmes de localisation.

Chapitre 4 : Systèmes globaux de navigation par satellite

- Principes de fonctionnement.
- Calcul de la position.
- Positionnement des téléphones et utilisateurs

MODE D'ÉVALUATION : Examen (60%), contrôle continu (40%).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

1. NikBessis, CiprianDobre, "Big Data and Internet of Things: A Roadmap for Smart Environments" Springer, 2001.
2. Stackowiak, R., Licht, A., Mantha, V., Nagode, L., "Big Data and the Internet of Things Enterprise Information Architecture for A New Age", Apress, 2015.
3. John Bates, "Thing analytics - Smart Big Data Analytics for the Internet of Things", John Bates, Software AG; 1st Edition 2015.
- E. Zafari, A. Gkelias, and K. K. Leung, "A Survey of Indoor Localization Systems and Technologies," IEEE Communications Surveys & Tutorials, vol. 21, no. 3, pp. 2568-2599,2019, doi: 10.1109/comst.2019.2911558.
4. Dixon, Timothy H. "An introduction to the Global Positioning System and some geological applications." Reviews of Geophysics 29.2 (1991): 249-276.

F. Programme détaillé du Semestre 6

Période : S6
Unité d'enseignement : Formation Dirigée
Matière : Projet de Fin de Cycle (Travail Personnel)
VH : 100h00
Crédits : 04
Coefficient : 03

OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT :

Après le stage pratique, les élèves connaissent mieux l'entreprise d'accueil, prennent confiance en leurs compétences et ont une idée plus exacte de leurs objectifs professionnels.

Les enseignements doivent permettre de confier aux élèves des travaux personnels, individuels ou collectifs sous forme de projets tutorés pouvant concerner l'ensemble des disciplines abordées.

Ces projets feront l'objet de sujets complets à réaliser si possible en liaison avec le milieu professionnel.

PROGRAMME :

- 1 Choix du thème du projet
- 2 Recherche documentaire
- 3 Analyse des solutions techniques existantes
- 4 Mise en œuvre de composants matériels et logiciels
- 5 Dimensionnement et Simulation
- 6 Validation de solutions techniques
- 7 Rédaction de mémoire associé au sujet

TRAVAIL EN AUTONOMIE :

Travail individuel et rédaction d'un mémoire.

MODE D'ÉVALUATION :

- | | |
|--|----|
| - Valeur scientifique (Appréciation du jury) | /6 |
| - Rédaction du Mémoire (Appréciation du jury) | /5 |
| - Présentation et réponse aux questions (Appréciation du jury) | /5 |
| - Appréciation de l'encadrant | /4 |

IV–Accords / Conventions

V - Avis et Visas des organes Administratifs et Consultatifs

Avis et visas des organes administratifs et consultatifs

Intitulé du parcours : Ingénieur en Informatique

Intitulé de la spécialité : Ingénierie des Systèmes Intelligents et Connectés

Directeur Adjoint des Études
<u>Date et visa :</u>
Président du conseil scientifique
<u>Date et visa :</u>
Chef d'établissement
<u>Date et visa :</u>