

Langue principale d'enseignement :

Français Anglais Arabe

Campus où le programme est proposé : CST

OBJECTIFS

Le programme de Génie informatique et communications a pour objectifs de former des étudiants aptes à :

- Évoluer dans leur carrière, dans différents secteurs, aux niveaux local, régional et international, tout en respectant les codes professionnels et de l'éthique.
- Poursuivre des études supérieures dans des universités de renommée internationale.
- Devenir des décideurs, des innovateurs et des leaders dans leur profession.

COMPÉTENCES

- Identifier, formuler et résoudre des problèmes complexes d'ingénierie en appliquant les principes d'ingénierie, de sciences et de mathématiques.
- Appliquer les méthodes de conception d'ingénierie pour produire des solutions qui répondent à des besoins spécifiés, tout en tenant compte de la santé publique, de la sécurité et du bien-être, ainsi que de facteurs globaux, culturels, sociaux, environnementaux et économiques.
- Communiquer efficacement avec des publics variés.
- Reconnaître les responsabilités éthiques et professionnelles dans des situations d'ingénierie et formuler des opinions critiques qui doivent prendre en compte l'impact des solutions d'ingénierie dans des contextes globaux, économiques, environnementaux et sociétaux.
- Fonctionner efficacement dans une équipe dont les membres assurent ensemble le leadership, créent un environnement collaboratif et inclusif, établissent des buts, planifient des tâches et atteignent des objectifs.
- Développer et mener des expériences appropriées, analyser et interpréter des données, et utiliser un jugement d'ingénieur pour tirer des conclusions.
- Acquérir et appliquer de nouvelles connaissances au besoin, en utilisant des stratégies d'apprentissage appropriées.

EXIGENCES DU PROGRAMME

180 crédits : UE obligatoires (150 crédits), UE optionnelles fermées (26 crédits), UE optionnelles ouvertes (4 crédits)

UE Formation générale de l'USJ (26 crédits qui peuvent appartenir à une ou plusieurs des catégories ci-dessus)

UE Formation générale de l'USJ (26 Cr.)

10 crédits additionnels sont validés au département des classes préparatoires

Anglais (4 Cr.)

Anglais Niveau A (4 Cr.)

Arabe (4 Cr.)

Droit des affaires (2 Cr.)

Langue et culture arabes (2 Cr.) – une UE optionnelle ouverte à sélectionner entre :

La langue arabe et les médias (2 Cr.)

La langue arabe et les arts (2 Cr.)

La langue arabe : le roman contemporain, le cinéma et le théâtre (2 Cr.)

Sciences humaines (4 Cr.)

Éthique et entreprise (4 Cr.)



Sciences sociales (6 Cr.)

Gestion de projets (4 Cr.)

Une UE optionnelle fermée à sélectionner entre :

Work Ready Now (2 Cr.)

Entrepreneurship (2 Cr.)

Techniques de communication (8 Cr.)

Techniques d'expression et de communication (2 Cr.)

Projet multidisciplinaire (2 des 6 crédits de l'UE)

Projet de fin d'études (4 des 16 crédits de l'UE)

UE fondamentales

UE obligatoires (150 Cr.)

Administration Unix (4 Cr.)

Anglais Niveau A (4 Cr.)

Bases de données relationnelles (4 Cr.)

Communications analogiques et numériques (6 Cr.)

Comptabilité (4 Cr.)

Droit des affaires (2 Cr.)

Électronique analogique (6 Cr.)

Électronique numérique (6 Cr.)

Éthique et entreprise (4 Cr.)

Gestion de projets (4 Cr.)

Innovation and Design Thinking (2 Cr.)

Introduction aux réseaux de données (6 Cr.)

Management (2 Cr.)

Programmation orientée objets (6 Cr.)

Routage et commutation (4 Cr.)

Statistiques (4 Cr.)

Structures de données et algorithmes (4 Cr.)

Techniques d'expression et de communication (2 Cr.)

Théorie des graphes et recherche opérationnelle (4 Cr.)

Théorie du signal (4 Cr.)

Pour l'option Génie logiciel

Analyse de projets (4 Cr.)

Applications distribuées (4 Cr.)

Architecture des ordinateurs (4 Cr.)

Génie logiciel (4 Cr.)

Intégration des applications d'entreprises (4 Cr.)

Intelligence artificielle (4 Cr.)

Modèles de conception (4 Cr.)

Principes des compilateurs (4 Cr.)

Programmation parallèle (4 Cr.)

Systèmes d'exploitation (4 Cr.)

Virologie informatique (4 Cr.)

Pour l'option Réseaux de télécommunication

Communications sans-fil (4 Cr.)

Ingénierie des réseaux (4 Cr.)

Performances des systèmes informatiques et des réseaux (4 Cr.)

Propagation guidée et antennes (4 Cr.)

Qualité de service dans les réseaux (4 Cr.)

Réseaux d'entreprise sécurisés (4 Cr.)

Réseaux mobiles (4 Cr.)

Systèmes à microprocesseurs (4 Cr.)



Systèmes et réseaux optiques (4 Cr.)
Théorie de l'information et du codage (4 Cr.)
Traitement numérique du signal (4 Cr.)

Stage en entreprise (2 Cr.) – Durant sa formation, chaque étudiant est amené à effectuer deux stages :

Un stage ouvrier recommandé de durée minimale de 4 semaines à la fin de sa troisième année d'études.
Un stage ingénieur obligatoire de 6 à 10 semaines à la fin de sa quatrième année d'études (2 Cr.).

Projet multidisciplinaire (6 Cr.)

Ce projet réunit des étudiants de différents programmes et/ou options où chaque étudiant participe à la réalisation d'une tâche en relation avec son domaine. Il vise à offrir une expérience pratique de conception, renforce leur esprit critique et développe leurs capacités de communication et de collaboration. Dans ce projet, les étudiants doivent mettre en œuvre les connaissances acquises dans leur formation académique et fournir un produit final qui a franchi les étapes de conception, de modélisation, d'analyse, d'essai et d'évaluation. Un rapport final et une présentation orale constituent les principaux livrables du projet.

Projet de fin d'études (16 Cr.)

Le projet de fin d'études est un projet réalisé par groupes de 2 à 4 étudiants visant à offrir une expérience pratique de conception en génie, dans le programme concerné, avec la supervision et l'approbation d'un encadrant de la faculté. Les étudiants doivent définir le projet, préciser ses objectifs, examiner l'état des connaissances, établir ses spécifications et sélectionner une méthode de conception. Dans ce projet, les étudiants doivent mettre en œuvre les connaissances acquises dans leur formation académique et fournir un produit final qui a franchi les étapes de conception, de modélisation, d'analyse, d'essai et d'évaluation. Un rapport final et deux présentations orales constituent les principaux livrables du projet.

UE optionnelles fermées (26 Cr.)

Administration Windows (4 Cr.)
Architectures des technologies de l'information pour les entreprises (4 Cr.)
Bases de données avancées (4 Cr.)
Cloud et transformation digitale (4 Cr.)
Conception de circuits imprimés (4 Cr.)
Conception de circuits intégrés (4 Cr.)
Cryptographie (4 Cr.)
Développement pour mobiles (4 Cr.)
Écosystème et évolution de l'Internet (4 Cr.)
Effective Programming (4 Cr.)
Entrepreneurship (2 Cr.)
Generative AI (4 Cr.)
Information security standards and best practices (4 Cr.)
Intégration et déploiement continu (4 Cr.)
Introduction à la science des données (4 Cr.)
Machine Learning (4 Cr.)
Méthodes numériques (4 Cr.)
Mining Massive Datasets (4 Cr.)
Piratage éthique (4 Cr.)
Programmation fonctionnelle (4 Cr.)
Programmation pour le Web (4 Cr.)
Propagation libre et circuits hyperfréquences (4 Cr.)
Réseaux d'opérateurs (4 Cr.)
Réseaux locaux et interconnexion (4 Cr.)
Space and Micro/Nano Satellite Technologies (4 Cr.)
Systèmes embarqués (4 Cr.)
Technologies de l'internet des objets (4 Cr.)
Traitement d'images (4 Cr.)
Virtualisation (4 Cr.)
Work Ready Now (2 Cr.)



UE optionnelles ouvertes (4 Cr.)

Une UE optionnelle ouverte – Langue et culture arabes (2 Cr.)

Une UE optionnelle ouverte (2 Cr.)

PLAN D'ÉTUDES PROPOSÉ

Semestre 1

Code	Intitulé de l'UE	Crédits
020ELAES1	Électronique analogique	6
020GPRES2	Gestion de projets	4
020INRES1	Introduction aux réseaux de données	6
020CPPEs1	Programmation orientée objets	6
020STAES1	Statistiques	4
020THSES2	Théorie du signal	4
	Optionnelle fermée : Work Ready Now ou Entrepreneurship	2
	Total	32

Semestre 2

Code	Intitulé de l'UE	Crédits
020ADUES3	Administration Unix	4
020BDRES2	Bases de données relationnelles	4
020CONES3	Communications analogiques et numériques	6
020ELNES2	Électronique numérique	6
020RCOES2	Routage et commutation	4
020TCOES2	Techniques d'expression et de communication	2
020TROES2	Théorie des graphes et recherche opérationnelle	4
	Optionnelle ouverte : Langue et culture arabes	2
	Total	32

Semestre 3

Code	Intitulé de l'UE	Crédits
020ETHES3	Éthique et entreprise	4
020INDES2	Innovation and Design Thinking	2
020SDAES3	Structures de données et algorithmes	4
020ADPES3	<i>Pour l'option Génie logiciel (16 Cr.)</i> Analyse de projets	4
020AROES3	Architecture des ordinateurs	4
020IA2ES4	Intelligence artificielle	4
020MCOES3	Modèles de conception	4
020CSFES3	<i>Pour l'option Réseaux de télécommunications (16 Cr.)</i> Communications sans-fil	4
020PGAES3	Propagation guidée et antennes	4
020SMPES3	Systèmes à microprocesseurs	4
020TNSES3	Traitement numérique du signal	4
	Optionnelles fermées	8
	Total	34

Semestre 4

Code	Intitulé de l'UE	Crédits
020ANGES4	Anglais	4
020PRMES4	Projet multidisciplinaire	6
020APDES4	<i>Pour l'option Génie logiciel (12 Cr.)</i> Applications distribuées	4
020PCOES4	Principes des compilateurs	4
020SSEES4	Systèmes d'exploitation	4
020PSRES4	<i>Pour l'option Réseaux de télécommunications (12 Cr.)</i> Performances des systèmes informatiques et des réseaux	4
020REMES4	Réseaux mobiles	4
020SYOES4	Systèmes et réseaux optiques	4
	Optionnelle ouverte	2
	Optionnelles fermées	8
	Total	32

Semestre 5

Code	Intitulé de l'UE	Crédits
020CMPES5	Comptabilité	4
020DROES5	Droit des affaires	2
020MNGES5	Management	2
020STGES5	Stage en entreprise	2
020GLOES5	<i>Pour l'option Génie logiciel (16 Cr.)</i> Génie logiciel	4
020IAEES5	Intégration des applications d'entreprises	4
020PPLES5	Programmation parallèle	4
020VIREES5	Virologie informatique	4
020IDRES5	<i>Pour l'option Réseaux de télécommunications (16 Cr.)</i> Ingénierie des réseaux	4
020QOSES5	Qualité de service dans les réseaux	4
020RESES5	Réseaux d'entreprise sécurisés	4
020TICES5	Théorie de l'information et du codage	4
	Optionnelles fermées	8
	Total	34

Semestre 6

Code	Intitulé de l'UE	Crédits
020PFEEES6	Projet de fin d'études	16
	Total	16

DESCRIPTIFS DES UE

020ADUES3 Administration Unix 4 Cr.

Cette unité d'enseignement couvre les principes et pratiques de l'administration des systèmes et des réseaux sous Unix : shell bash, commandes de base, gestion des fichiers, édition et manipulation de texte, programmation et scripts bash, gestion des comptes utilisateurs, gestion des processus, configuration réseau et serveur, outils réseau, sécurité des systèmes, sécurité des réseaux.

020ADWES4 Administration Windows 4 Cr.

Ce cours présente les concepts de base impliqués dans l'installation, la configuration et l'administration de Microsoft Windows Server 2016. Le cours définit quelques termes impliqués dans l'administration des systèmes, tels que peer-to-peer, client/serveur, Workgroup et domaine. Le cours énumère également les principales versions des systèmes d'exploitation de Microsoft. En plus, il établit la différence entre un système d'exploitation client et serveur.

Le cours se concentre sur les exigences matérielles requises pour installer Microsoft Windows Server 2016, puis passe par le processus d'installation.

Il explique ensuite l'opération DHCP et DNS et la façon d'installer et de configurer un serveur DHCP et un serveur DNS. Enfin, le cours présente une introduction à Active Directory et explique comment activer ce rôle sur un ou plusieurs serveurs du réseau.

Certaines des tâches de base exécutées par l'administrateur du réseau sont présentées, telles que la création de comptes d'utilisateurs et de groupes, l'attribution d'autorisations de fichiers et de dossiers ainsi que la définition de règles de sécurité de base.

020ADPES3 Analyse de projets 4 Cr.

S.I (système information) de l'entreprise. Analyse de données, modélisation de données. Méthodologie Merise. Modèle statique. Modèle dynamique. Diagramme de flux de données. Modèle conceptuel des données. Modèle logique des données. Règles de passage. Modèle conceptuel de traitements. Modèle logique de traitements. MCD, MCT, MLD, MOT, MPD, MoPT. Extension Merise 2.

020ANGES4 Anglais 4 Cr.

Amener les étudiants à maîtriser l'anglais en vue de faciliter leur future insertion dans le milieu professionnel.

020APDES4 Applications distribuées 4 Cr.

Ce cours sensibilise les étudiants aux différents software architecture patterns et aux enterprise applications patterns. Il explique la notion de middleware dans le contexte d'applications distribuées orientées objet (Java RMI, gRPC, reactive Java), ainsi que la distribution sur le web. Il explique la mise en œuvre des composants EJB, de type Session (Stateless, Stateful), les Message Driven Beans pour les solutions asynchrones et l'utilisation d'un ORM (Java persistence API) pour gérer la persistance et l'accès aux bases de données. Il détaille l'implémentation, le test et le déploiement des services Web REST respectant le level 3 du Richardson maturity model, et respectant le principe HATEOAS, en les comparant aux services Web SOAP.

Le cours couvre de même la documentation des Web API grâce à l'Open API Specification (Swagger).

Il présente la notion de conteneurs et explique leur importance lors du déploiement d'applications on-premises ou sur le cloud.

020ARoes3 Architecture des ordinateurs 4 Cr.

Évolution des ordinateurs - évaluation des performances - systèmes d'interconnexion - cycle d'instruction - mémoire cache et hiérarchie mémoire - entrées/sorties - jeux d'instructions - organisation interne des processeurs et pipelines - processeurs superscalaires - architectures et organisations parallèles.

Prérequis : Techniques digitales (020TEDN14 ou 020TEDC14).

020ATIES5 Architectures des technologies de l'information pour les entreprises 4 Cr.

Ce cours présente et explique les bases de l'informatique en passant par les principaux éléments constitutifs

communs et essentiels à toute organisation. L'objectif de ce cours est de se concentrer sur l'aspect pratique de l'informatique au sein d'une entreprise, qu'elle possède son propre système informatique, qu'elle soit sur le cloud ou qu'elle utilise une solution hybride. Le programme couvre le centre de données, les serveurs, le stockage, le réseau et la sécurité, la conception et la construction des systèmes d'information, les opérations des systèmes d'information, le paysage applicatif, la couche d'intégration, les achats et le budget, ainsi que la création d'un cloud interne. Il comprend une vue d'ensemble, des meilleures pratiques, des écueils à éviter, et une série de cas d'utilisation pratiques illustrant des scénarios de la vie réelle.

020BDAES3	Bases de données avancées	4 Cr.
------------------	----------------------------------	--------------

Ce cours aborde les besoins qui ont donné lieu au développement des bases de données NoSQL. Il couvre la modélisation et la gestion des données par cas d'usage et par famille de bases NoSQL : colonne, graph, document et clé valeur. Les travaux pratiques sont réalisés avec HBase, MongoDB et Neo4J.

Prérequis : Bases de données relationnelles (020BDRES2).

020BDRES2	Bases de données relationnelles	4 Cr.
------------------	--	--------------

Introduction aux bases de données. Le modèle relationnel. Algèbre relationnelle. Les dépendances fonctionnelles. Les formes normales. Théorie de construction d'une base de données relationnelle. Dictionnaire de données, SQL (LDD, LMD), PL/SQL, procédures et fonctions stockées, vues, triggers. Transactions, concurrence, verrouillage optimiste (optimistic locking) et validation en deux phases (two-phase commit). Introduction aux bases de données non- relationnelles.

020CLDES5	Cloud et transformation digitale	4 Cr.
------------------	---	--------------

Un panorama des technologies et de l'industrie du cloud et son positionnement dans le paysage des technologies de l'information. Quels sont les principes fondamentaux du cloud et comment il bouleverse la façon dont les technologies de l'information sont achetées, consommées et opérées ?

Quelle est la définition du Cloud, en quoi est-il différent de l'informatique traditionnelle d'un point de vue technique, économique, organisationnel et en termes d'efficacité et d'innovation pour les métiers et les sociétés ?

Qui sont les acteurs et quelles sont leurs offres ?

Comment les entreprises multinationales tirent-elles parti du Cloud pour leurs activités ?

Travaux pratiques et étude d'un cas d'utilisation d'une maison intelligente utilisant le cloud.

020CONES3	Communications analogiques et numériques	6 Cr.
------------------	---	--------------

Ce cours introduit les différentes techniques de transmission de l'information utilisées dans les systèmes de communications analogiques et numériques comme la modulation d'amplitude (AM), les modulations linéaires DBSP et BLU, la modulation de fréquence (FM), le signal FM stéréophonique, l'étude de la boucle à verrouillage de phase (PLL), le bruit dans les modulations analogiques, le modèle d'un système de communications numériques, la modulation d'impulsion en amplitude (MIA), les modulations numériques MAQ, MDP, MSK, ASK, FSK et GMSK, la modulation OFDM, l'interférence entre symboles (IES), le diagramme de l'œil, le canal de Nyquist, la réception en présence du bruit, le critère de maximum de vraisemblance a posteriori, le filtre adapté, le calcul de la probabilité d'erreur, la synchronisation du rythme et de la porteuse, la réception en présence d'IES, les égaliseurs linéaires et non-linéaires, les canaux à évanouissement, les performances des modulations numériques sur un canal de Rayleigh, la diversité, les canaux à antennes multiples (MIMO), le schéma d'Alamouti.

Prérequis : Théorie du signal (020THSES2).

020CSFES3	Communications sans-fil	4 Cr.
------------------	--------------------------------	--------------

Cette unité d'enseignement couvre les principes fondamentaux des communications sans-fil (avec un accent sur la modélisation du canal radio), modulation numérique dans les canaux radio, codage canal et entrelacement dans les canaux à évanouissements, égalisation, diversité, transmission multi-antennes (MIMO), étalement de spectre, transmission multi-porteuses, accès multiple, réseaux Wifi, mise en place d'un réseau Wifi, principes et concepts cellulaires, fonctions cellulaires dans les réseaux mobiles.

020CMPES5	Comptabilité	4 Cr.
<p>Comptabilité générale : introduction, comptes du bilan et plan comptable général, les comptes en Te, le compte de résultat, le budget et les amortissements. Comptabilité analytique : répartition des charges, définition des charges fixes, définition des charges variables, le point mort., analyse des documents de synthèse, répartition des charges totales en charges fixes et charges variables, analyse des charges, introduction du ROI, analyse des écarts, les évolutions récentes de la comptabilité analytique et du contrôle de gestion, la moindre importance de la main d'œuvre directe, et l'envolée des charges indirectes.</p>		
020PCBES5	Conception de circuits imprimés	4 Cr.
<p>Ce cours présente les principes fondamentaux de la conception de circuits imprimés (CI) en utilisant des outils logiciels d'EDA industriels. Les étudiants apprendront les concepts clés, les outils et les techniques utilisés dans la conception de CI, notamment la capture de schémas, le placement des composants, le routage, les règles de conception et les considérations liées à la fabrication. Le cours abordera également des sujets tels que l'intégrité du signal, les effets parasites, le couplage, le contrôle d'impédance et la distribution des lignes d'alimentation. Prérequis : Électronique numérique (020ELNES2).</p>		
020CCIES4	Conception de circuits intégrés	4 Cr.
<p>Introduction au flot de fabrication et de conception des circuits intégrés. Amplificateurs multi-étage. Miroirs de courant. Charges actives. Concept de polarisation. Signaux différentiels. Amplificateurs différentiels. Réponse en fréquences des circuits analogiques. Stabilité des circuits AO rebouclés. Circuits commutés, simulation des circuits analogiques sur logiciel EDA avancé. Introduction aux notions de bruit et de non-linéarité. Prérequis : Électronique numérique (020ELNES2).</p>		
020CRYES4	Cryptographie	4 Cr.
<p>Introduction sur les attaques - services : authentification, intégrité, confidentialité, non-répudiation. Mécanismes et techniques de sécurité : algorithmes, cartes à microcircuits, gestion des clés, certificats. Recommandations et lois : protocoles de sécurité : PKCS, PKI, X509, SSH, ISO9735, SSL, S/Mime. Interfaces programmatiques. Cas pratiques : e-banking, commerce électronique, notaires électroniques, médecine sécurisée, archéologie, etc.</p>		
020DMOES4	Développement pour mobiles	4 Cr.
<p>Le cours de développement d'applications mobiles est conçu pour offrir aux étudiants une compréhension approfondie du développement d'applications pour les plateformes mobiles. Dans le paysage numérique d'aujourd'hui, les applications mobiles jouent un rôle vital dans la connexion entre les entreprises et les utilisateurs, rendant ce cours très pertinent et recherché. Au cours de ce programme, les étudiants apprendront les concepts essentiels, les outils et les techniques nécessaires pour développer des applications mobiles pour des plateformes populaires telles qu'Android et iOS. Grâce à des projets pratiques et des exemples concrets, les étudiants acquerront une expérience pratique dans la conception, le développement et le déploiement d'applications mobiles.</p>		
020DROES5	Droit des affaires	2 Cr.
<p>Introduction au droit, règles et sanctions. Les droits subjectifs. Le procès, première instance, voies de recours (en matière civile et commerciale). Droit commercial : les actes de commerce, les commerçants, le fonds de commerce. Les sociétés commerciales. Cadre juridique de l'environnement légal de l'entreprise. Principaux outils de paiement et de crédit. Garanties données et reçues par l'entreprise.</p>		
020EEIES4	Écosystème et évolution de l'Internet	4 Cr.
<p>Gouvernance de l'Internet. Interconnexion des systèmes autonomes. Accords de transit et de peering. Point d'échange Internet. Principes du routage externe. Protocole BGP. Stratégies de routage BGP. Sécurité de routage dans l'Internet. Courbe de demande et utilité. Modèles de tarification. Prérequis : Introduction aux réseaux de données (020INRES1).</p>		

020EFPEs4	Effective Programming	4 Cr.
------------------	------------------------------	--------------

Effective Programming is a course tailored for learning how to write optimized and high-performance code. To illustrate this concept, we chose an expert friendly language: C++.

We first dive into the use of generic programming and templates to increase code efficiency. We then explore move semantics, an advanced C++ feature for performance optimization, especially in memory-intensive applications. We then extensively cover C++ Standard Library, a key player when it comes to efficient and optimized code. Recognizing that efficient code is part of a bigger system, the course introduces build engines, like CMake and Bazel. These are critical tools for managing dependencies and automating build processes in large software projects. They also enable the easy implementation of software performance tests.

The final stretch of the course revolves around programming challenges. Here, the focus is on applying optimization techniques in real-world scenarios.

Prérequis : Programmation orientée objets (020CPPEs1).

020ELAES1	Électronique analogique	6 Cr.
------------------	--------------------------------	--------------

Ce cours consiste en l'étude des principaux composants électroniques de faible puissance, utilisés pour la réalisation des circuits électroniques et s'articule selon les thèmes suivants : 1) Semi-conducteurs de types N et P – jonction PN. 2) Diodes : Caractéristiques – Circuits d'applications (écrêtage, redressement...) – Diode Zener (régulation) – Diode électroluminescente (dimensionnement). 3) Transistor bipolaire : Fonctionnement en régime statique (polarisation, circuit d'application) – Fonctionnement dynamique (circuit d'amplification) – Synthèse d'un amplificateur – Transistor bipolaire en commutation (dimensionnement). 4) Transistor FET et MOSFET : Caractéristiques - Fonctionnement résistif et amplification. 5) Amplificateur Opérationnel (AO) : Structure différentielle et amplificateur différentiel – Circuit de bases – Caractéristiques et limitations des performances statiques et dynamiques – Circuits d'applications (AO logarithmique, filtrage actif...). 6) Comparateur : Caractéristiques et limitations des performances – Circuits d'application (horloge, hystérésis, détecteur de valeur crête). 7) transistor de puissance.

Prérequis : Systèmes et réseaux électriques linéaires (020SRLNI4 ou 020SRLCI4).

020ELNES2	Électronique numérique	6 Cr.
------------------	-------------------------------	--------------

Introduction à la technologie des circuits intégrés. Circuits intégrés numériques à base de transistor MOS, caractéristiques des circuits CMOS, briques de base CMOS, conception au niveau transistor de fonctions et portes logiques, interfaçage des circuits intégrés numériques.

Systèmes numériques et analogiques : échantillonnage, quantification, codage et interrupteurs analogiques, convertisseurs analogique numérique et numérique analogique et leurs circuits (résistif pondéré, R/2R, SAR, Flash). Introduction aux circuits mémoire : terminologie, architecture, ROM, SRAM, DRAM, assemblage de circuits mémoire.

Prérequis : Electronique analogique (020ELAES1).

020ENTES1	Entrepreneurship	2 Cr.
------------------	-------------------------	--------------

Les écoles de commerce et les étudiants ont beaucoup travaillé sur le développement de « business plan » dans le cadre de leurs cours d'entrepreneurship « entrepreneuriat », au cours desquels de véritables entrepreneurs rédigent leur plan d'activité sur un canvas. Ces dernières années, il a été prouvé que l'activité entrepreneuriale est devenue d'une très grande importance et a plus à voir avec les affaires et la gestion. Ce cours présentera de nouvelles méthodes d'enseignement et d'apprentissage de l'entrepreneuriat pouvant être utilisées dans la vie pratique.

020ETHES3	Éthique et entreprise	4 Cr.
------------------	------------------------------	--------------

Le cours s'adresse aux étudiants destinés à opérer dans des entreprises publiques ou privées et touchant à tous les domaines. Il s'agit de les sensibiliser à la notion d'éthique qui devient incontournable de nos jours, vu les tendances actuelles au développement durable, à la diffusion de l'information auprès des parties prenantes, et à la compétition transparente et honnête. Le cours offre aux futurs ingénieurs la possibilité d'appréhender le monde professionnel sous un angle analytique d'actualité et se démarquer ainsi par un esprit professionnel averti et responsable. Les étudiants seront enfin plus alertes quant à la démarche entrepreneuriale et la réflexion sur l'éthique qui l'accompagne.

020GAIES5	Generative AI	4 Cr.
------------------	----------------------	--------------

Generative AI is a course designed to offer a comprehensive understanding of generative models in AI, like ChatGPT and diffusion models, and the practical application of these technologies. The course emphasizes open-source models, training techniques, and fine-tuning practices.

020GLOES5	Génie logiciel	4 Cr.
------------------	-----------------------	--------------

Ce cours décrit la problématique liée au développement de grands projets au niveau du respect de la règle du CQFD (cout, qualité, onctionnalité et durée) tout au long du cycle de développement du logiciel (SDLC). Il expose toutes les méthodologies de gestion du cycle de développement d'un projet, que ça soit les méthodologies sturdy traditionnelles telles que CMM, TSP, PSP ou RUP, et celles agiles, telles que, XP et Scrum (concepts, rôles, cérémonies), ainsi que les cycles de vie en cascade, itératifs, en spirale et transformationnels. Il expose les techniques d'élicitation lors de l'étape des expressions des besoins et les règles d'écriture d'un cahier de charge ainsi que les outils de spécifications les plus utilisées lors de l'étape de l'analyse des besoins (besoins fonctionnels et non fonctionnels).

Il explique les principes DRY, KISS et SOLID avec ses concepts avancés de conception orientée objet (OCP, LSP, etc.), et il couvre l'utilisation de UML comme langage de modélisation orientée objet, ainsi que la méthode des CRC Cards adoptée par XP.

Il explique l'intérêt du refactoring continu, et il explique toutes les techniques de refactoring chirurgical, tactique et stratégique ainsi que la méthodologie à suivre pour mettre en place un tel processus, en commençant par la mise en place de l'environnement nécessaire tel que la gestion des configurations y compris les outils de gestion du code source Git/GitHub, la gestion des tests et des bugs, pour passer aux méthodes d'analyse quantitative et qualitative de la qualité du code en vue de discerner les éléments candidats au refactoring, et arriver enfin à la mise en œuvre et la validation du refactoring.

Il expose la pyramide des tests, et détaille les tests unitaires, d'intégration, fonctionnels et non fonctionnels, en expliquant l'intérêt d'appliquer le Test Driven Développement en utilisant JUnit.

Il expose les méthodes d'estimation du coût d'un logiciel.

Il explique les méthodes d'évaluation de l'ergonomie d'une IHM, en détaillant les aspects liés aux applications standalone, web et à l'accessibilité.

Enfin, Il introduit les principes DevOps, sensibilise les étudiants au développement SAAS et à l'application de l'automation au niveau du cycle de développement.

020GPRES2	Gestion de projets	4 Cr.
------------------	---------------------------	--------------

Ce cours est une étude des théories de la gestion, mettant l'accent sur les fonctions de gestion de la planification, de la prise de décision, de l'organisation, de la direction et du contrôle.

Décrire les fonctions de gestion de base et le processus de gestion. Saisir le rôle central que jouent les managers dans la gestion efficace de la diversité. Définir la communication et expliquer les obstacles à une communication efficace. Décrire les étapes du développement du groupe. Définir le processus de motivation. Expliquer les différents styles de leadership. Décrire le processus de contrôle.

020ISSES5	Information security standards and best practices	4 Cr.
------------------	--	--------------

Une séance d'initiation aux concepts clés de sécurité et d'analyse du risque est nécessaire au début avant d'aborder les différentes normes de sécurité informatique, les meilleures pratiques, les standards et les directives. Ce cours abordera le standard ISO 27001-2 2013, le PCI DSS, l'OWASP, SANS-CIS top 20 contrôles de cyber sécurité. Ce cours couvre les domaines suivants : politique et procédures de sécurité, la sécurité des ressources humaines, la sécurité physique et logique des systèmes et réseaux, la gestion des incidents et la gestion des plans de continuité des affaires.

020INDES2	Innovation and Design Thinking	2 Cr.
------------------	---------------------------------------	--------------

The aim of this course is to learn about the creative mindset and particular practices that enable innovation. Throughout this course, students will be brought to explore creativity and the sources of innovative ideas. Because believing that one can be creative is the first step to becoming an innovative thinker and leader, the course discusses the strategies for enhancing creative confidence and instilling it in others. It also introduces the design thinking process, which is a time-tested approach for practicing innovation. Students will also explore

the various aspects of the design thinking process, from need finding and empathy to generating insights to prototyping and experimenting. Finally, the course deals with how to create and implement an innovative mindset in a work environment and how to influence and inspire others.

020IDRES5	Ingénierie des réseaux	4 Cr.
------------------	-------------------------------	--------------

Cette unité d'enseignement couvre les principes fondamentaux de l'ingénierie des réseaux de télécommunications, dimensionnement et planification des réseaux mobiles 2G, 3G et 4G (avec un accent sur le dimensionnement et la planification radio), pratiques de déploiement des réseaux mobiles, qualité de service et optimisation des réseaux mobiles, utilisation d'outils professionnels de planification et d'évaluation des réseaux mobiles, survivabilité des réseaux optiques, dimensionnement et planification des réseaux optiques WDM, virtualisation des réseaux.

020IAEES5	Intégration des applications d'entreprises	4 Cr.
------------------	---	--------------

Ce cours détaille les contraintes et les enjeux des différentes techniques et méthodologies d'intégration des applications de l'entreprise. Il explique la différence entre une intégration de données, d'interface ou de processus. Il permet de sensibiliser les étudiants aux patterns d'intégration dans l'entreprise, et au besoin de cartographier et d'automatiser les processus métier. Il décrit l'intégration des applications d'entreprise sur une architecture centralisée hub-spoke, utilisant le messaging asynchrone comme moyen de communication, selon le pattern messenger. Il détaille l'architecture à microservice et son déploiement sur le cloud grâce à la containerisation/orchestration. Il aborde la complexité métier des microservices avec le Domain Driven Design et le pattern CQRS. Il couvre les aspects liés à l'implémentation des applications cloud résiliente en tenant compte de l'échec. Enfin il introduit aussi l'utilisation des architectures event-driven pour l'intégration des applications data-intensive en utilisant Apache Kafka.

020IDCES5	Intégration et déploiement continu	4 Cr.
------------------	---	--------------

Ce cours DevOps fournit un aperçu complet des principes, pratiques et outils clés DevOps, offrant une compréhension complète du cycle de vie du développement logiciel (SDLC). Les étudiants apprendront les principes fondamentaux de DevOps, la conteneurisation, les pipelines d'intégration continue et l'infrastructure en tant que code (IaC) à l'aide de technologies telles que Docker, GitHub Actions, Jenkins, Ansible, etc. Un projet d'un semestre permettra l'application pratique des concepts appris en classe.

020IA2ES4	Intelligence artificielle	4 Cr.
------------------	----------------------------------	--------------

Ce cours vise à étudier les agents dotés d'intelligence artificielle. Il présente plusieurs méthodes de mise en œuvre de ces agents, allant des agents de réflexe simples aux agents basés sur l'utilité, ainsi qu'aux agents d'apprentissage. Nous commençons par aborder les recherches gloutonnes et A*, l'implémentation de jeux à l'aide des algorithmes minimax et expectimax, les processus de décision markoviens (MDP) et l'apprentissage par renforcement (RL). Nous introduisons ensuite les réseaux bayésiens et plusieurs algorithmes d'apprentissage automatique que nous pouvons appliquer en télédétection.

020INRES1	Introduction aux réseaux de données	6 Cr.
------------------	--	--------------

Cette unité d'enseignement introduit les principes fondamentaux et les diverses techniques régissant le fonctionnement des réseaux de données et de l'Internet, avec un focus particulier sur les protocoles de la pile TCP/IP. Elle couvre l'architecture des réseaux de données et de l'Internet, la commutation de circuit et de paquets, les protocoles et les organismes de standardisation, les modèles en couches OSI et TCP/I, les mécanismes d'accès et les technologies Ethernet et Wifi dans les réseaux locaux, l'architecture commutée des réseaux locaux, le protocole IP (IPv4 et IPv6), le routage, la planification de l'adressage IP, les protocoles de transport (TCP et UDP) et leurs mécanismes de fiabilité, les services WEB, mail, DNS et DHCP, les concepts de base de la sécurité. Sur un plan plus pratique, cette unité d'enseignement propose un ensemble de travaux pratiques initiant l'étudiant à la mise en œuvre d'un réseau et à configuration des équipements de commutation, l'utilisation des outils de simulation des réseaux et d'analyse de protocoles, la programmation socket, Le semestre 1 de la formation Cisco CCNA Routing & Switching est intégré à ce cours.

020ISDES3	Introduction à la science des données	4 Cr.
------------------	--	--------------

Ce cours introductif à la science des données aborde les problématiques, défis et enjeux de la science des données ainsi que les différents outils permettant de débiter un projet en science des données et de faire les premières analyses. Il permettra de se familiariser avec les méthodes de collecte et d'exploration des données et de développer les capacités de créer des visualisations des données analysées. Ce cours proposera des exercices pratiques en utilisant les bibliothèques du langage Python pour découvrir les outils de la science des données à travers des exemples concrets.

020MLRES4	Machine learning	4 Cr.
------------------	-------------------------	--------------

Le Machine learning (ML) est un sous-domaine de l'intelligence artificielle. C'est la science de faire apprendre à la machine par des exemples. Les principaux sujets de recherche en ML comprennent : la compréhension du langage naturel, l'interprétation des images par ordinateur, et les voitures autonomes. Dans ce cours, nous étudierons l'implémentation de différents algorithmes en utilisant python avec tensorflow et keras. Nous présenterons plusieurs algorithmes tels que les arbres de décision, random forest, support vector machines, les réseaux de neurones ainsi que d'autres algorithmes.

020MNGES5	Management	2 Cr.
------------------	-------------------	--------------

Ce cours est une étude des théories de la gestion, mettant l'accent sur les fonctions de gestion de la planification, de la prise de décision, de l'organisation, de la direction et du contrôle. Décrire les fonctions de gestion de base et le processus de gestion - Saisir le rôle central que jouent les managers dans la gestion efficace de la diversité - Définir la communication et expliquer les obstacles à une communication efficace - Décrire les étapes du développement du groupe - Définir le processus de motivation - Expliquer les différents styles de leadership - Décrire le processus de contrôle.

020MENES1	Méthodes numériques	4 Cr.
------------------	----------------------------	--------------

Le cours initie aux techniques numériques pour résoudre différents problèmes : Notions d'erreurs, propagation des erreurs, interpolation, approximation, dérivation et intégration, résolution des équations différentielles, systèmes linéaires, résolution des équations aux dérivées partielles par la méthode de différences finies, calcul de valeurs et de vecteurs propres, résolution des systèmes non linéaires. Ce cours présente les techniques de résolutions numériques des problèmes d'ingénieurs insolubles mathématiquement. À la base de la simulation numérique, les techniques présentées dans ce cours permettent aux étudiants de développer des simulateurs pour différents problèmes. Cette unité d'enseignement permettra aux étudiants de résoudre numériquement les problèmes suivants : Déterminer une fonction qui approche au mieux un ensemble de points. Intégrer et dériver numériquement. Résoudre des équations différentielles et des équations aux dérivées partielles. Résoudre des systèmes linéaires et non linéaires. Calculer les éléments propres de matrices. Le cours requiert une bonne maîtrise de l'algèbre linéaire et de l'analyse. Ce cours contribue au développement de la compétence « Résoudre des problèmes complexes en ingénierie en utilisant les outils théoriques adaptés ».

Prérequis : Calculs différentiels (020CDFNI4) ou Analyse 2 (020AN2CI3), Algèbre linéaire (020ALNNI2) ou Algèbre 1 (020AL1CI2)

020MMDES4	Mining Massive Datasets	4 Cr.
------------------	--------------------------------	--------------

Introduction : les enjeux des données massives, calcul distribué, HPFS et MapReduce, analyse des liens et PageRank, ensembles similaires (MinHashing et Local Sensitive Hashing), sous-ensembles similaires (A-priori algorithm), détection des communautés dans les graphes (clustering et BigClam), traitement des flots de données, systèmes de recommandation, détection des ensembles séparables.

020MCOES3	Modèles de conception	4 Cr.
------------------	------------------------------	--------------

Le cours détaille les 23 modèles de conception utilisés dans le cadre d'une conception orientée objet : les modèles de conception créationnels, structurels et comportementaux, selon le livre : Design Patterns : Elements of Reusable Object-Oriented Software (GOF). Ce cours utilise le langage Java et ses bibliothèques pour mettre en œuvre les modèles de conception les plus appropriés dans un projet greenfield ou pour le refactoring dans le cadre d'un projet brownfield, ainsi que la notation UML de l'OMG pour la modélisation de la solution et la description de

ces design patterns. Enfin, il initie les étudiants à l'utilisation des outils de documentation et de surveillance des applications (profiling, logs et traces).

020PSRES4	Performances des systèmes informatiques et des réseaux	4 Cr.
------------------	---	--------------

Cette unité d'enseignement propose l'utilisation des outils mathématiques comme les processus stochastiques et l'optimisation pour la modélisation, l'étude des performances et le dimensionnement des systèmes informatiques et des réseaux. Elle introduit les processus de Poisson, les processus de naissance et de mort, les processus de Markov et temps discret et continu, les files d'attente, les réseaux de files d'attente, les stratégies d'ordonnement, les modèles de trafic dans les réseaux, les méthodes d'optimisation convexes. Cette unité d'enseignement se focalise sur l'application de ces outils sur des problèmes réels et sur l'utilisation des outils numériques pour résoudre ces problèmes.

Prérequis : Probabilités (020PRBNI4) ou Analyse 3 (020AN3C14)

020PIRES5	Piratage éthique	4 Cr.
------------------	-------------------------	--------------

Piratage : Classes des pirates. Anatomie d'une attaque. Test d'intrusion. Reconnaissance passive. Balayage et test de vulnérabilités. Craquage des mots de passe. Énumération. Attaque système. Post-attaque. Attaques réseaux. Attaque sur les applications Web. Ingénierie sociale.

020PCOES4	Principes des compilateurs	4 Cr.
------------------	-----------------------------------	--------------

Introduction aux compilateurs. Analyse lexicale : langages réguliers, automates finis, générateur d'un analyseur lexical, LEX. Grammaires algébriques. Automates à pile. Analyse syntaxique descendante. Analyse syntaxique ascendante : automate à pile LR, analyseurs LR déterministes, générateurs d'analyseurs syntaxique. L'outil YACC. Analyse sémantique : traduction dirigée par la syntaxe, traduction descendante, traduction ascendante. Génération de code intermédiaire : code à trois adresses, optimisations indépendantes de la machine.

020PFSES3	Programmation fonctionnelle	4 Cr.
------------------	------------------------------------	--------------

Le but de ce cours est d'introduire le paradigme de programmation fonctionnelle en utilisant principalement Java comme langage de programmation. Il aborde aussi la programmation fonctionnelle en Python et introduit le langage Scala comme exemple d'un nouveau langage hybride multi-paradigme.

Le cours commence par un aperçu de la programmation fonctionnelle. Ensuite, le modèle d'évaluation permettant de raisonner sur des programmes fonctionnels sera progressivement exposé en parallèle avec l'explication des concepts suivants : la récursivité et l'optimisation des fonctions récursives, l'utilisation des fonctions en tant que valeurs, l'application partielle des fonctions, les objets immutables et leurs avantages, les types et le « pattern matching », les paires et les tuples, les listes et les collections fonctionnelles, la résolution de problèmes combinatoires en utilisant les « for-expressions », l'évaluation paresseuse, les « streams » fonctionnelles, les séquences infinies, la variance du polymorphisme de type par rapport à l'héritage et les monades Option, Try et Future. Évidemment, ces concepts seront illustrés par des exemples et des exercices implémentés en Java, Python et Scala. Finalement, le cours se terminera par une introduction à la preuve de programmes en utilisant l'induction structurelle.

Environnement de développement :

IDE : utilisation de IntelliJ IDEA comme IDE ainsi que Maven pour l'automatisation de la compilation d'un projet Java et la gestion de ces dépendances.

Versionnement du code : utilisateur d'un repo Git local pour le versionnement du code, mise en communication de ce Git local avec GitHub, utilisation de GitHub Actions pour mettre un place un environnement de CI/CD.

Prérequis : Programmation orientée objets (020CPPEs1).

020CPPEs1	Programmation orientée objets	6 Cr.
------------------	--------------------------------------	--------------

La syntaxe du langage C/C++ : déclarations typées de variables, lecture du clavier, écriture vers l'écran, expressions, conversion de types implicite et explicite, branchement conditionnelles, différentes formes de boucles, fonctions et prototypes, passage de paramètres, surcharge, std : vector, std :string, C array, C string, tableaux multidimensionnels, typedef, résolution de dépendances cycliques, structures, déclaration de références, pointeurs et allocation dynamique de la mémoire. Gestion manuelle de la mémoire (manual memory management) : différence entre l'allocation statique et dynamique de la mémoire, pile vs. tas (stack vs. heap), C alloc/free et

C++ new/delete, common segmentation fault errors, copie profonde, pointeurs à la C, unique_ptr, shared_ptr. Le Paradigme orientée objets : abstraction et encapsulation, héritage, polymorphisme. Spécificité du langage C++. Environnement de développement. Compilation. Versionnement du code. Génération de documentation, introduction aux interfaces graphiques C++ de Qt.

Prérequis : Informatique 2 (020IF2NI3 ou 020IF2CI3)

020PPLES5	Programmation parallèle	4 Cr.
------------------	--------------------------------	--------------

Architectures parallèles. Calcul parallèle. Concurrence et threads. Parallélisme en C++17 & OpenMP. Modèle de passage de messages (MPI). La programmation hétérogènes et les GPU.

Prérequis : Programmation orientée objets (020CPPE51).

020PWBES3	Programmation pour le Web	4 Cr.
------------------	----------------------------------	--------------

Ce cours couvre le développement d'applications Web sur le front-end (côté client) et le back-end (côté serveur). Il s'agit en fait d'un cours pratique de programmation Web où une application MongoDB, Express, React et Node (MERN) est progressivement conçue et implémenté au fur et à mesure de la progression du cours.

Le cours commence par un aperçu des principaux langages du Web, à savoir : HTML, CSS et JavaScript/TypeScript. Ceci est rapidement suivi par le développement efficace d'un site Web statique en utilisant Bootstrap. L'interactivité dynamique est ajoutée au site Web en introduisant le framework React pour le développement d'une « Single Page Application » (SPA) pour le front-end. À ce stade, le back-end est encore simulé par un JSON-Server. Ce JSON-Server est ensuite remplacé par une API REST implémentée avec Node.js, le framework Express et la base de données MongoDB dans le cadre de la mise en place d'un full MERN stack intégrant le front-end au back-end. La bonne implémentation du back-end peut être testé grâce à une bonne utilisation de Postman. Chaque partie de cette application full-stack peut maintenant être déployée chez un cloud provider comme Heroku pour en faire un Software as a Service (SaaS). Le cours finit par une introduction d'approches alternatives tels que l'utilisation de Angular à la place de React pour implémenter un full MEAN stack ainsi que l'utilisation d'un Back-end as a Service (BaaS) comme Firebase pour éviter l'implémentation coûteuse du back-end.

020PFEE56	Projet de fin d'études	16 Cr.
------------------	-------------------------------	---------------

Le projet de fin d'études est un projet réalisé par groupes de 2 à 4 étudiants visant à offrir une expérience pratique de conception en génie, dans le programme concerné, avec la supervision et l'approbation d'un encadrant de la faculté. Les étudiants doivent définir le projet, préciser ses objectifs, examiner l'état des connaissances, établir ses spécifications et sélectionner une méthode de conception. Dans ce projet, les étudiants doivent mettre en œuvre les connaissances acquises dans leur formation académique et fournir un produit final qui a franchi les étapes de conception, de modélisation, d'analyse, d'essai et d'évaluation. Un rapport final et deux présentations orales constituent les principaux livrables du projet.

Prérequis : Avoir validé 150 crédits.

020PRMES4	Projet multidisciplinaire	6 Cr.
------------------	----------------------------------	--------------

Ce projet réunit des étudiants de différents programmes et/ou options où chaque étudiant participe à la réalisation d'une tâche en relation avec son domaine. Il vise à offrir une expérience pratique de conception, renforce leur esprit critique et développe leurs capacités de communication et de collaboration. Dans ce projet, les étudiants doivent mettre en œuvre les connaissances acquises dans leur formation académique et fournir un produit final qui a franchi les étapes de conception, de modélisation, d'analyse, d'essai et d'évaluation. Un rapport final et une présentation orale constituent les principaux livrables du projet.

020PGAES3	Propagation guidée et antennes	4 Cr.
------------------	---------------------------------------	--------------

Lignes en régime permanent et transitoire : équation télégraphistes, ondes stationnaires. Abaque de Smith : taux d'onde stationnaire, adaptation par stub. Guide d'onde parallèle : ondes TE et TM. Guide d'onde rectangulaire : modes, mode fondamental. Guides d'ondes cylindrique et diélectrique. Antennes filaires (doublet, demi-onde) : gain, surface équivalente et diagramme de rayonnement. Groupement d'antennes : antennes intelligentes et adaptatives.

Prérequis : Électromagnétisme (020EMENI3 ou 020EMECI3).

020PCHES3	Propagation libre et circuits hyperfréquences	4 Cr.
------------------	--	--------------

Propagation en espace libre. Influence du sol sur la propagation. Influence de la troposphère : conduit troposphérique. Effets des phénomènes atmosphériques : effet de gaz, trajets multiples et précipitations. Diffraction et diffusion : arêtes sans épaisseur et à têtes arrondie, arêtes multiples. Conception d'une liaison en transmission analogique et numérique par faisceaux hertziens. Jonctions réciproques à n portes sans pertes, matrice S - quadripôles, hexaples, tés, octopoles, coupleurs, té magique. Jonctions non réciproques, effet Faraday, isolateurs, circulateurs. Synthèse des filtres hyperfréquences. Transistors et diodes en hyperfréquences. Sources en hyperfréquences.

Prérequis : Électromagnétisme (020EMEN13 ou 020EMEC13).

020QOSES5	Qualité de service dans les réseaux	4 Cr.
------------------	--	--------------

Contrôle de trafic dans les réseaux. Contrôle de congestion. Régulation de trafic. Filtrage de trafic. Ingénierie de trafic. Qualité d'expérience. Métriques de performance dans les réseaux : délai, gigue et probabilité de perte. Propriétés du trafic IP. Architectures pour la qualité de service. Modèle DiffServ. Transmission de contenu multimédia. Multicast IP. Déploiement de la qualité de service sur un réseau local. Déploiement de la qualité de service sur un réseau local sans-fil. Internet et qualité de service. Régulation de l'Internet. Neutralité de l'Internet. Mesure passive et active dans les réseaux. Mesure collaborative de la qualité de service.

Prérequis : Introduction aux réseaux de données (020INRES1).

020RESES5	Réseaux d'entreprise sécurisés	4 Cr.
------------------	---------------------------------------	--------------

Les différentes technologies des pare-feux : filtrage de paquets, filtrage applicatif (proxy), filtrage dynamique, filtrage de sessions. Analyse du contenu : lutte contre les SPAMs, protection contre les virus. Les systèmes de détection d'intrusion. Rappel sur l'architecture des réseaux d'entreprise. Choix des technologies et dimensionnement des équipements de sécurisation : l'authentification centralisée, le SSO, contrôle d'accès, NAC, les zones de sécurité, UTM, VPN (L2TP, IPsec, SSL), meilleur emplacement des différents dispositifs de sécurité. Travaux pratiques : mise en place d'un pare-feu dans un réseau avec écriture des règles, scan de ports avant et après la mise en place du pare-feu, IDS, mettre en œuvre le proxy squid, mise en œuvre de serveurs VPN, étude de cas.

Prérequis : Routage et commutation (020RCOES2).

020ROPES5	Réseaux d'opérateurs	4 Cr.
------------------	-----------------------------	--------------

Aperçu de l'architecture d'un réseau d'opérateur. Étude de l'architecture d'un réseau d'opérateur au Liban : réseau d'accès, réseau d'agrégation et réseau cœur ou dorsal. Structure d'un réseau d'accès xDSL. Couche physique xDSL - Équipements xDSL (DSLAM, BRAS). Couche réseau xDSL (transport sur ATM, authentification). Structure d'un accès téléphonique. Évolutions du réseau d'opérateur public au Liban. Principe de commutation de circuits virtuels. Évolution vers l'architecture MPLS. Services VPN MPLS. Mise en place de plateformes matérielles de réseau ADSL. Mise en place de plateformes matérielles et virtuelles de réseau MPLS.

Prérequis : Introduction aux réseaux de données (020INRES1).

020RLIES4	Réseaux locaux et interconnexion	4 Cr.
------------------	---	--------------

Cette unité d'enseignement couvre le troisième et le quatrième semestre de la formation Cisco CCNA Routing & Switching. Il est centré sur l'architecture, les composants et le fonctionnement des routeurs et des commutateurs dans un réseau plus étendu et plus complexe en présentant la configuration de ces équipements pour des fonctionnalités avancées. L'accent est aussi mis sur les technologies WAN et les services réseau requis par les applications convergentes dans un réseau complexe, permettant de comprendre les critères de sélection des périphériques réseau et les technologies WAN qui satisfont aux exigences du réseau.

Prérequis : Routage et commutation (020RCOES2).

020REMES4	Réseaux mobiles	4 Cr.
------------------	------------------------	--------------

Cette unité d'enseignement couvre l'évolution des réseaux mobiles ; conception et fonctionnement des réseaux mobiles 2G, 3G, 4G et 5G : services, architectures, interface radio, gestion des ressources radio, gestion des appels, gestion des flux de données, gestion de la mobilité et gestion de la sécurité ; évolutions du GSM vers le GPRS

et l'EDGE ; évolutions de l'UMTS vers le HSPA et le HSPA+ ; évolutions du LTE vers le LTE-Advanced et le LTE-Advanced Pro ; virtualisation des réseaux 5G ; avancées récentes dans les réseaux mobiles.

Prérequis : Communications sans-fil (020CSFES3).

020RCOES2	Routage et commutation	4 Cr.
------------------	-------------------------------	--------------

Concepts de commutation dans les réseaux. Architecture matérielle des routeurs et des commutateurs. Réseaux locaux virtuels (VLAN). Routage et commutation inter-VLAN. Protocole Spanning Tree (STP). Concepts de routage. Routage statique. Routage statique ou dynamique. Routage dynamique. RIP protocole. Protocole EIGRP. Protocole OSPF. Semestre 2 de la formation CCNA Routing & Switching (CCNA2).

Prérequis : Introduction aux réseaux de données (020INRES1).

020SSTES4	Space and micro/nano satellite technologies	4 Cr.
------------------	--	--------------

Micro/nano satellite mission, orbits design and analysis, subsystem scheme, micro/nano satellite configuration design, system performance determination and analysis, reliability and safety analysis technical processes of the satellite development, attitude system determination and control, design of the micro/nano satellite integrated electronic system, architecture of micro/nano satellite integrated electronic and relevant technical specifications, concept of micro/nano satellite testing description,, ground station types and related software's, STK tracker software, design and implement (tabletop) a nanosatellite type Cubesat 1U using commercial components and boards.

Prérequis : Électronique analogique (020ELAES1), Mécanique 1 (020MC1N1 ou 020MC1C1).

020STGES5	Stage en entreprise	2 Cr.
------------------	----------------------------	--------------

Le stage en entreprise est un mode de formation permettant à l'étudiant l'application des connaissances acquises en cours de formation dans un milieu professionnel, l'acquisition d'aptitudes professionnelles en complément de la formation théorique et pratique, l'expérience des situations de relations humaines qui se vivent dans les différents milieux où l'ingénieur est appelé à travailler, l'occasion d'acquérir des connaissances que seul le milieu de travail peut donner et l'acquisition d'une expérience et de connaissances qui facilitent une future embauche.

020STAES1	Statistiques	4 Cr.
------------------	---------------------	--------------

Hypothèses, caractéristiques d'un échantillon. Échantillonnage – Estimation. Intervalles de confiance. Contrôle statistique. Principe des tests d'hypothèses. Tests de conformité à un standard. Tests de comparaison de deux populations normales. Tests d'ajustement. Tests d'indépendance. Tests non paramétriques. Analyse de la variance. Étude de l'influence de deux facteurs. Régression linéaire : estimateurs des Moindres carrés ordinaires (MCO), lois des estimateurs et tests des estimateurs, corrélation et analyse de la variance, utilisation du modèle de régression en prévision.

Prérequis : Probabilités (020PRBN14) ou Analyse 3 (020AN3C14).

020SDAES3	Structures de données et algorithmes	4 Cr.
------------------	---	--------------

Analyse de complexité, structures de données élémentaires (listes chaînées, tableaux, files et piles), problèmes de recherche (séquentielle, dichotomie), problèmes de tris (tris élémentaires, tri rapide, tri par fusion), arbres (caractéristiques, structure, parcours), algorithmes de recherche sur les chaînes de caractères, files de priorité, maximier, graphes (caractéristiques, structures), algorithmes sur les graphes (plus court chemin, connexité, arbre couvrant...), problèmes d'ordonnancement, problèmes de flot (flot maximal, flot à coût minimal,...), problèmes de couplage, programmation dynamique, programmation linéaire (simplexe).

020SAMES4	Systèmes à microcontrôleurs avancés	4 Cr.
------------------	--	--------------

Introduction aux systèmes embarqués. Introduction à la famille STM32 de MCU et STM32CubeIDE. Principes d'interprétation des schématique pour les applications embarquées. Présentation et tests pratiques des périphériques MCU : ADC, DAC, Advanced Timers, PWM, UART, I2C, SPI, DMA, SDIO, USB. Introduction au système d'exploitation en temps réel (RTOS). Introduction à l'apprentissage automatique sur les MCU et TinyML.

Prérequis : Systèmes à microprocesseurs (020SMPES3).

020SMPE3	Systèmes à microprocesseurs	4 Cr.
-----------------	------------------------------------	--------------

Différence entre un microprocesseur, un microcontrôleur et un DSP. Architecture d'un microprocesseur et réalisation d'une carte minimale. Architecture du microcontrôleur 18F2520. Mise en œuvre des mémoires ROM, RAM et DATA EEPROM. Étude des registres spéciaux. Modes d'adressages. Les entrées/sorties. Les interruptions. Les Timers. Le convertisseur analogique numérique - Le port série asynchrone. La lecture de la mémoire de programme. Les comparateurs. Le chien de garde. Le mode Sleep. le Low Voltage Detect. L'oscillateur. Les mots de configuration. Conception, simulation et réalisation d'un système à microprocesseurs.

Prérequis : Techniques digitales (020TEDN14 ou 020TEDC14).

020SSEES4	Systèmes d'exploitation	4 Cr.
------------------	--------------------------------	--------------

Évolution des systèmes d'exploitation. Structure d'un système d'exploitation. Les processus. Les fils d'exécution (threads). Ordonnancement des processus. Exclusion mutuelle et sémaphores. Les inter-blocages - Gestion de la mémoire virtuelle Système de fichiers. Entrées/Sorties - Sécurité.

020SEMES3	Systèmes embarqués	4 Cr.
------------------	---------------------------	--------------

Systèmes embarqués : Introduction. motivation et applications. Types de systèmes embarqués. Niveaux d'intégration et de mise en œuvre. Types de variables. Formats de variables à virgule fixe et virgule flottante. Schématiques et PCB. FGPA : introduction. architecture d'un FPGA, entrée/sortie . Introduction à Quartus Prime et à Altera FPGA . VHDL : Introduction. Nnotions de base. Comportement combinatoire et séquentiel. Processus et horloges. Concepts avancés . Introduction au co-design : lien entre le matériel et le logiciel . Création et programmation du processeur NIOS II à l'intérieur de l'FPGA.

Prérequis : Techniques digitales (020TEDN14 ou 020TEDC14), Informatique 1 (020IF1N12 ou 020IF1C12).

020SYOES4	Systèmes et réseaux optiques	4 Cr.
------------------	-------------------------------------	--------------

Généralités optiques : Profil d'indice, ouverture numérique, fibres multimode et monomode à gradient et saut d'indice, rayon gauche. Aspect ondulatoire de la lumière dans une fibre optique : expressions des champs. Atténuations et dispersions dans les fibres. Diode Laser. Diode électroluminescente. Photodiodes et récepteurs. Composants optiques passifs et actifs. Amplificateurs optiques. Systèmes de transmission optique : liaisons point à point, liaisons à amplification optique, liaisons multiplexés en longueur d'onde. Réseaux optiques : réseaux d'accès et réseaux longue distance (réseaux de transports optiques et réseaux de routage de longueurs d'onde)

Prérequis : Électromagnétisme (020EMEN13 ou 020EMEC13)

020TCOES2	Techniques d'expression et de communication	2 Cr.
------------------	--	--------------

Importance de l'écrit, adaptation de la stratégie de rédaction au contexte et au lecteur, compromis entre mots techniques et degré de vulgarisation, précision des mots et expressions, pertinence des idées, esprit de synthèse, structure d'un document, fond, forme, utilisation des outils bureautiques, etc. Enjeux du verbal, contexte d'échange, nature de l'auditoire, stratégie d'échange, préparation d'une intervention orale, adaptation du langage, choix des termes appropriés, improvisation, gestion du temps de parole, maîtrise de l'attitude (intonation, émotions, hésitations, gestuelle), dépassement des difficultés linguistiques.

020IDOES5	Technologies de l'Internet des objets	4 Cr.
------------------	--	--------------

Modèle de référence de l'IIoT. Chaîne IIoT de bout-en-bout. Contraintes et défis des objets connectés. Architecture matérielle d'un objet connecté. Réseaux locaux sans-fil (IEEE 802.11, IEEE 802.15.4, BLE, ZigBee). Réseaux longue portée basse consommation LPWAN (LoRa, Sigfox, NB-IIoT). Protocoles de routage (AODV, OLSR, RPL, LOADng). IPv6 dans l'IIoT. Couche applicative (MQTT, XMPP, COAP). Systèmes d'exploitation des objets connectés. Travaux pratiques et déploiement d'une chaîne IIoT de bout-en-bout.

Prérequis : Introduction aux réseaux de données (020INRES1)

020TICES5	Théorie de l'information et du codage	4 Cr.
------------------	--	--------------

Ce cours introduit les limites du possible en communications numériques et les techniques qui permettent de s'en approcher. Le cours couvre les notions de la théorie de l'information comme l'information associée à un évènement, l'entropie, l'information mutuelle moyenne, le théorème de traitement de l'information, le codage de

source, l'algorithme optimal de Huffman, la capacité du canal et le théorème de Shannon sur le codage de canal. Le cours couvre aussi les techniques de codage de canal utilisées pour améliorer les performances d'un système de communications comme les codes en blocs, les structures algébriques des codes cycliques, les codes BCH, les codes Reed Solomon, Les codes LDPC, les turbo codes et les codes polaires.

Prérequis : Communications analogiques et numériques (020CONES3)

020TROES2	Théorie des graphes et recherche opérationnelle	4 Cr.
------------------	--	--------------

Cette unité d'enseignement introduit la théorie des graphes et la recherche opérationnelle comme des outils de modélisation et de prise de décision pour l'ingénieur. Elle couvre les bases de la théorie des graphes ; la représentation mathématique et informatique des graphes ; la connexité et le parcours des graphes ; la complexité des algorithmes ; les arbres et le problème de l'arbre couvrant ; les algorithmes du plus court chemin et du flot maximal ; l'application des graphes à la gestion des projets ; l'utilisation d'une librairie numérique pour la manipulation des graphes ; l'analyse des réseaux complexes ; la programmation linéaire ; l'utilisation des outils numériques d'optimisation.

020THSES2	Théorie du signal	4 Cr.
------------------	--------------------------	--------------

Ce cours introduit les concepts de base de traitement et d'analyse des signaux déterministes continus et discrets, ainsi que les signaux aléatoires continus et discrets. Le cours couvre la transformée de Fourier, le théorème de Parseval, les distributions, la décomposition en série de Fourier des signaux périodiques, les systèmes linéaires et invariants, le filtrage linéaire des signaux continus, les distorsions linéaires et non-linéaires, l'échantillonnage, la condition de Nyquist, les filtres de reconstitutions, la transformée en Z, la transformée en Z inverse, la transformée de Fourier à temps discret, les signaux aléatoires continus et discrets, les processus et les suites aléatoires stationnaires du second ordre, les signaux aléatoires cyclostationnaires et les signaux aléatoires Gaussiens.

Prérequis : Analyse 2 (020AN2NI4), Probabilités (020PRBNI4) ou Analyse 3 (020AN3CI4)

020TIMES4	Traitement d'images	4 Cr.
------------------	----------------------------	--------------

Introduction aux images numériques (acquisition et visualisation, échantillonnage, principes fondamentaux des images numériques). Traitement de bases sur l'image (Notion d'histogramme et ses utilisations, opérations morphologiques, etc.). Filtrage numérique des images et détection des points d'intérêts et de contours (filtre médian, filtre bilatéral, etc, détecteur Sobel, détecteur Canny, FAST, SIFT, etc.). Segmentation d'images par les techniques traditionnelles (méthodes de seuillage, division de l'image en régions, etc.). Débruitage et restauration de l'image : méthodes basées sur des principes statistiques, déterministes et d'apprentissage machine. Traitement d'images/vision par ordinateur avec les réseaux de neurones convolutifs (classification d'images, détection et localisation d'objets, reconnaissance faciale, segmentation d'images, etc.).

Prérequis : Théorie du signal (020THSES2)

020TNSES3	Traitement numérique du signal	4 Cr.
------------------	---------------------------------------	--------------

Signaux et systèmes numériques, échantillonnage et reconstruction, quantification, Rapport Signal sur Bruit, troncature. Filtres numériques RIF et RII, réponses temporelle et fréquentielle, transformée en Z, stabilité du filtre. Transformée de Fourier Discrète TFD. Transformée de Fourier Rapide TFR. Utilisation des fenêtres et effets sur le spectre. Synthèse des filtres analogiques (Butterworth, Tchebychev, Bessel). Méthodes de synthèse des filtres RIF : méthode de la fenêtre. Échantillonnage fréquentiel. Méthodes de synthèse des filtres RII : invariance de la réponse impulsionnelle, transformation bilinéaire. Implémentation sur carte DSP en temps-réel : Matlab et Simulink.

Prérequis : Théorie du signal (020THSES2)

020VIRE5	Virologie informatique	4 Cr.
-----------------	-------------------------------	--------------

Malveillance : Taxonomie des infections informatiques. Structure des programmes autoreproducteurs. Rétro-ingénierie. Dépassement des tampon. Formalisation : machines de Turing, travaux de Fred Cohen, travaux de Leonard Adleman. Les virus interprétés. Les parasites - Les virus système et la furtivité. Lutte antivirale - Spam et lutte anti-spam.

020VRTES4	Virtualisation	4 Cr.
------------------	-----------------------	--------------

Introduction à la virtualisation et ses principes fondamentaux, avantages et inconvénients de la virtualisation, les cas d'usage, le rôle et les composants d'un hyperviseur, les types de virtualisation (la virtualisation complète, la paravirtualisation, la virtualisation assistée par le matériel, le cloisonnement), revue des solutions existantes comme Xen, ESXi, KVM, OpenVz, etc., la virtualisation des réseaux (NFV et SDN), la virtualisation du stockage et SAN, virtualisation et conteneurs, la virtualisation et le cloud : OpenStack.

020WRNES1	Work ready now	2 Cr.
------------------	-----------------------	--------------

Personal Development - Communication Skills - Job Seeking Skills - Work Behaviors