

DIPLÔME D'INGÉNIUR SPÉCIALITÉ GÉNIE INFORMATIQUE ET COMMUNICATIONS

Options :

Génie logiciel

Réseaux de télécommunications

Intelligence artificielle

Langue principale d'enseignement :

Français Anglais Arabe

Campus où le programme est proposé : Cycle préparatoire : CST, CLN, CLS, CZB – Concours et Diplôme d'ingénieur – CST

OBJECTIFS

Objectifs – Concours génie informatique et communications

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.

Objectifs – Préparatoire génie informatique et communications

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.

Objectifs - Diplôme d'ingénieur spécialité génie informatique et communications

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

Compétences - Concours génie informatique et communications

- Identifier, formuler et résoudre des problèmes d'ingénierie complexes 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.

Compétences - Préparatoire génie informatique et communications

- Identifier, formuler et résoudre des problèmes d'ingénierie complexes 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.

Compétences - Diplôme d'ingénieur spécialité génie informatique et communications

- 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

L'étudiant est tenu à choisir le parcours Concours ou le parcours Préparatoire. Une fois les deux années du parcours choisi finalisées, il rejoint le parcours Diplôme d'ingénieur de trois ans.

Concours génie informatique et communications

120 crédits : UE obligatoires (120 crédits dont 10 pour les UE Formation générale de l'USJ)

UE obligatoires (120 Cr.)

Algèbre 1 (6 Cr.). Algèbre 2 (6 Cr.). Algèbre 3 (4 Cr.). Analyse 1 (4 Cr.). Analyse 2 (6 Cr.). Analyse 3 (4 Cr.). Analyse générale (6 Cr.). Mathématiques discrètes (6 Cr.). Chimie avancée (4 Cr.). Chimie générale (4 Cr.). Électromagnétisme (4 Cr.). Induction magnétique (2 Cr.). Mécanique 1 (6 Cr.). Mécanique 2 (4 Cr.). Optique ondulatoire (2 Cr.). Physique quantique (2 Cr.). Signaux physiques (6 Cr.). Thermodynamique 1 (6 Cr.). Thermodynamique 2 (2 Cr.). Travaux pratiques de chimie générale (2 Cr.). Travaux pratiques de physique 1 (2 Cr.). Travaux pratiques de physique 2 (2 Cr.). Informatique 1 (4 Cr.). Informatique 2 (4 Cr.). Informatique 3 (2 Cr.). Systèmes et réseaux électriques linéaires (4 Cr.). Techniques digitales (4 Cr.). Traitement du signal (2 Cr.). Travaux d'initiative personnel encadrés (2 Cr.). Français et philosophie 1 (2 Cr.). Français et philosophie 2 (2 Cr.). Le génie au service de la communauté (2 Cr.). Les valeurs de l'USJ à l'épreuve du quotidien (2 Cr.).

Préparatoire génie informatique et communications

120 crédits : UE obligatoires (116 crédits), UE optionnelles ouvertes (4 crédits)

UE Formation générale de l'USJ (10 crédits, peuvent appartenir à une ou plusieurs des catégories ci-dessus).

UE obligatoires (116 Cr.)

Algèbre bilinéaire et géométrie (6 Cr.). Algèbre linéaire (8 Cr.). Analyse 1 (4 Cr.). Analyse 2 (6 Cr.). Analyse générale (6 Cr.). Calculs différentiels (6 Cr.). Complément de mathématiques (2 Cr.). Mathématiques discrètes (6 Cr.). Probabilité (4 Cr.). Chimie générale (4 Cr.). Électromagnétisme (4 Cr.). Induction magnétique (2 Cr.). Mécanique 1 (6 Cr.). Mécanique 2 (4 Cr.). Optique ondulatoire (2 Cr.). Signaux physiques (6 Cr.). Thermodynamique 1 (4 Cr.). Travaux pratiques de physique 1 (2 Cr.). Travaux pratiques de physique 2 (2 Cr.). Informatique 1 (4 Cr.). Informatique 2 (4 Cr.). Informatique 3 (4 Cr.). Matlab (2 Cr.). Projet d'initiation à l'ingénierie (2 Cr.). Systèmes et réseaux électriques linéaires (6 Cr.). Techniques digitales (6 Cr.). Le génie au service de la communauté (2 Cr.). Les valeurs de l'USJ à l'épreuve du quotidien (2 Cr.).

UE optionnelles ouvertes (4 Cr.)

Diplôme d'ingénieur spécialité génie informatique et communications

180 crédits : UE obligatoires-Tronc commun (102 Cr.), UE obligatoires par option (44 crédits), UE optionnelles fermées (30 crédits), UE optionnelles ouvertes (4 crédits) UE Formation générale de l'USJ (26 crédits, peuvent appartenir à une ou plusieurs des catégories ci-dessus)

UE fondamentales (176 Cr.)

UE obligatoires-Tronc commun (102 Cr.)

Administration Unix (4 Cr.). Bases de données relationnelles (4 Cr.). Communications analogiques et numériques (6 Cr.). Comptabilité (4 Cr.). Droit des affaires (2 Cr.). Electronique analogique (6 Cr.). Electronique 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 objet (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.). Stage en entreprise (2 Cr.). Projet multidisciplinaire (6 Cr.). Projet de fin d'études (16 Cr.).

UE obligatoires-Option : intelligence artificielle (44 Cr.)

Architecture des ordinateurs (4 Cr.). Computer Vision (4 Cr.). Generative AI (4 Cr.). Intelligence artificielle (4 Cr.). Machine Learning (4 Cr.). Machine Learning Operations (4 Cr.). Mining Massive Datasets (4 Cr.). Natural Language Processing (4 Cr.). NoSQL Databases (4 Cr.). Optimization for AI (4 Cr.). Programmation parallèle (4 Cr.).

UE obligatoires-Option : génie logiciel (44 Cr.)

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.).

UE obligatoires-Option : réseaux de télécommunications (44 Cr.)

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.).

UE optionnelles fermées (30 Cr.), à choisir de la liste suivante :

À sélectionner parmi les UE obligatoires des deux autres options, ou parmi celles proposées dans la liste ci-dessous : Anglais (4 Cr.). Administration Windows (4 Cr.). Advanced Databases (4 Cr.). AI in Marketing (4 Cr.). Blockchain and Cryptocurrency (4 Cr.). Cloud et transformation digitale (4 Cr.). Conception de circuits intégrés (4 Cr.). Continuous Integration and Deployment (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.). Functional Programming (4 Cr.). Information Security Standards and Best Practices (4 Cr.). Information Technology (IT) at Work (4 Cr.). Introduction to Data Science (4 Cr.). Méthodes numériques (4 Cr.). Piratage éthique (4 Cr.). Printed Circuit Board Design Fundamentals (4 Cr.). Propagation libre et circuits hyperfréquences (4 Cr.). Réseaux locaux et interconnexion (4 Cr.). Software Quality Assurance (4 Cr.). Space and Micro/Nano Satellite Technologies (4 Cr.).

Systèmes avancés à microcontrôleurs (4 Cr.). Systèmes embarqués (4 Cr.). Technologies de l'Internet des objets (4 Cr.). Virtualization (4 Cr.). Web Programming (4 Cr.). Work Ready Now (2 Cr.).

UE optionnelles ouvertes (4 Cr.)

Formation générale USJ (10 de 36 Cr.) - Concours génie informatique et communications, Préparatoire génie informatique et communications

26 crédits additionnels sont validés au Département de génie informatique et communications

Code	Intitulé de l'UE	Crédits
SCIENCES HUMAINES		
064VALEL1	Les valeurs de l'USJ à l'épreuve du quotidien	2
	<i>Engagement civique et citoyen</i>	2
020GSCCI1	Le génie au service de la communauté	2
TECHNIQUES QUANTITATIVES		
020MADCI1	Mathématiques discrètes	6

Formation générale USJ (26 de 36 Cr.) - Diplôme d'ingénieur spécialité génie informatique et communications

10 crédits additionnels sont validés au Département des classes préparatoires

Code	Intitulé de l'UE	Crédits
ANGLAIS OU AUTRE LANGUE		
020ANGCS4	Anglais	4
ARABE		
	<i>Langue et culture arabes</i>	2
435LALML2	Une UE optionnelle ouverte à sélectionner entre :	
435LALAL2	La langue arabe et les médias	2
435LRCTL2	La langue arabe et les arts	
	La langue arabe : le roman contemporain, le cinéma et le théâtre	
	<i>Autres UE enseignées en arabe</i>	2
020DRAES5	Droit des affaires	2
SCIENCES HUMAINES		
	<i>Éthique</i>	4
020ETHES3	Éthique et entreprise	4
SCIENCES SOCIALES		
	<i>Insertion professionnelle et entrepreneuriat</i>	2
020ENTES1	Une UE optionnelle fermée à sélectionner entre :	
020WRNES1	Entrepreneurship	2
	Work Ready Now	
	<i>Autre UE</i>	4
020GPRES2	Gestion de projets	4
TECHNIQUES DE COMMUNICATION		
020TCOES2	Techniques d'expression et de communication	2
020PRMES4	Projet multidisciplinaire	2 de 6
020PFEES6	Projet de fin d'études	4 de 16

PLAN D'ÉTUDES PROPOSÉ

L'étudiant est tenu à choisir le parcours Concours ou le parcours Préparatoire. Une fois les deux années du parcours choisi finalisées, il rejoint le parcours Diplôme d'ingénieur de trois ans.

Semestre 1

Code	Intitulé de l'UE	Crédits
UE obligatoires - Concours génie informatique et communications		
020ANGCI1	Analyse générale	6
020CHGCI1	Chimie générale	4
020GSCCI1	Le génie au service de la communauté	2
020MADCI1	Mathématiques discrètes	6
020MC1CI1	Mécanique 1	6
020SPHCI1	Signaux physiques	6
Total		30
UE obligatoires - Préparatoire génie informatique et communications		
020ANGNI1	Analyse générale	6
020CHGNI1	Chimie générale	4
020CMTNI1	Complément de mathématiques	2
020GSCNI1	Le génie au service de la communauté	2
020MADNI1	Mathématiques discrètes	6
020MC1NI1	Mécanique 1	6
020SPHNI1	Signaux physiques	6
Total		32

Semestre 2

Code	Intitulé de l'UE	Crédits
UE obligatoires - Concours génie informatique et communications		
020AL1CI2	Algèbre 1	6
020AA1CI2	Analyse 1	4
020FR1CI2	Français et philosophie 1	2
020INMCI2	Induction magnétique	2
020IF1CI2	Informatique 1	4
020TH1CI2	Thermodynamique 1	6
020TCGCI2	Travaux pratiques de chimie générale	2
020PP1CI2	Travaux pratiques de physique 1	2
Total		28
UE obligatoires - Préparatoire génie informatique et communications		
020ALNNI2	Algèbre linéaire	8
020AA1NI2	Analyse 1	4
020INMNI2	Induction magnétique	2
020IF1NI2	Informatique 1	4

020TH1NI2	Thermodynamique 1	4
020PP1NI2	Travaux pratiques de physique 1	2
	UE optionnelles ouvertes	2
	Total	26

Semestre 3

Code	Intitulé de l'UE	Crédits
UE obligatoires - Concours génie informatique et communications		
020AL2CI3	Algèbre 2	6
020AN2CI3	Analyse 2	6
020CHACI3	Chimie avancée	4
020EMECI3	Électromagnétisme	4
020FR2CI3	Français et philosophie 2	2
020IF2CI3	Informatique 2	4
020MC2CI3	Mécanique 2	4
020OPTCI3	Optique ondulatoire	2
020TRSCI3	Traitements du signal	2
020PP2CI3	Travaux pratiques de physique 2	2
	Total	36
UE obligatoires - Préparatoire génie informatique et communications		
020ALBNI3	Algèbre bilinéaire et géométrie	6
020AN2NI4	Analyse 2	6
020EMENI3	Électromagnétisme	4
020IF2NI3	Informatique 2	4
020MC2NI3	Mécanique 2	4
020OPTNI3	Optique ondulatoire	2
020PRBNI4	Probabilité	4
020PP2NI3	Travaux pratiques de physique 2	2
	Total	32

Semestre 4

Code	Intitulé de l'UE	Crédits
UE obligatoires - Concours génie informatique et communications		
020AL3CI4	Algèbre 3	4
020AN3CI4	Analyse 3	4
020IF3CI4	Informatique 3	2
064VALEL1	Les valeurs de l'USJ à l'épreuve du quotidien	2
020PHQCI4	Physique quantique	2
020SRLCI4	Systèmes et réseaux électriques linéaires	4
020TEDCI4	Techniques digitales	4
020TH2CI4	Thermodynamique 2	2

020TIPCI4	Travaux d'initiative personnelle encadrés	2
	Total	26
UE obligatoires - Préparatoire génie informatique et communications		
020CDFNI4	Calculs différentiels	6
020IF3NI4	Informatique 3	4
064VALEL1	Les valeurs de l'USJ à l'épreuve du quotidien	2
020MATNI4	Matlab	2
020PIINI4	Projet d'initiation à l'ingénierie	2
020SRLNI4	Systèmes et réseaux électriques linéaires	6
020TEDNI4	Techniques digitales	6
	UE optionnelle ouverte	2
	Total	30

Semestre 5

Code	Intitulé de l'UE	Crédits
	UE obligatoires - Diplôme d'ingénieur spécialité génie informatique et communications - Tronc commun	
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
020WRNES1 ou 020ENTES1	UE optionnelle fermée : Work Ready Now ou Entrepreneurship	2
	Total	32

Semestre 6

Code	Intitulé de l'UE	Crédits
	UE obligatoires - Diplôme d'ingénieur spécialité génie informatique et communications - Tronc commun	
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
	UE optionnelle ouverte	2
	Total	32

Semestre 7

Code	Intitulé de l'UE	Crédits
	UE obligatoires - Diplôme d'ingénieur spécialité génie informatique et communications - Tronc commun	
020ETHES3	Éthique et entreprise	4
020INDES2	Innovation and Design Thinking	2
020SDAES3	Structures de données et algorithmes	4
	UE optionnelles fermées	8
	UE obligatoires-Option : intelligence artificielle	
020AROES3	Architecture des ordinateurs	4
020IA2ES4	Intelligence artificielle	4
020NLPES3	Natural Language Processing	4
020NQLES3	NoSQL Databases	4
	UE obligatoires-Option : génie logiciel	
020ADPES3	Analyse de projets	4
020AROES3	Architecture des ordinateurs	4
020IA2ES4	Intelligence artificielle	4
020MCOES3	Modèles de conception	4
	UE obligatoires-Option : réseaux de télécommunications	
020CSFES3	Communications sans fil	4
020PGAES3	Propagation guidée et antennes	4
020SMPES3	Systèmes à microprocesseurs	4
020TNSES3	TraITEMENT numérique du signal	4
	Total	34

Semestre 8

Code	Intitulé de l'UE	Crédits
	UE obligatoires - Diplôme d'ingénieur spécialité génie informatique et communications - Tronc commun	
020PRMES4	Projet multidisciplinaire	6
	UE optionnelles fermées	12
	UE optionnelle ouverte	2
	UE obligatoires-Option : intelligence artificielle	
020CVNES4	Computer Vision	4
020MLRES4	Machine Learning	4
020MMDES4	Mining Massive Datasets	4
	UE obligatoires-Option : génie logiciel	
020APDES4	Applications distribuées	4
020PCOES4	Principes des compilateurs	4
020SSEES4	Systèmes d'exploitation	4
	UE obligatoires-Option : réseaux de télécommunications	
020PSRES4	Performances des systèmes informatiques et des réseaux	4

020REMES4	Réseaux mobiles	4
020SYOES4	Systèmes et réseaux optiques	4
	Total	32

Semestre 9

Code	Intitulé de l'UE	Crédits
	UE obligatoires - Diplôme d'ingénieur spécialité génie informatique et communications - Tronc commun	
020CMPES5	Comptabilité	4
020DRAES5	Droit des affaires	2
020MNGES5	Management	2
020STGES5	Stage en entreprise	2
	UE optionnelles fermées	8
	UE obligatoires-Option : intelligence artificielle	
020GAIES5	Generative AI	4
020MLOES5	Machine Learning Operations	4
020OAIRES5	Optimization for AI	4
020PPLES5	Programmation parallèle	4
	UE obligatoires-Option : génie logiciel	
020GLOES5	Génie logiciel	4
020IAEES5	Intégration des applications d'entreprises	4
020PPLES5	Programmation parallèle	4
020VIRES5	Virologie informatique	4
	UE obligatoires-Option : réseaux de télécommunications	
020IDRES5	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
	Total	34

Semestre 10

Code	Intitulé de l'UE	Crédits
	UE obligatoires - Diplôme d'ingénieur spécialité génie informatique et communications - Tronc commun	
020PFEES6	Projet de fin d'études	16
	Total	16

DESCRIPTIFS DES UE

Concours génie informatique et communications

020AL1Cl2	Algèbre 1	6 Cr.
Structures algébriques, espaces vectoriels, applications linéaires, matrices, déterminants, systèmes linéaires, espaces euclidiens.		
020AL2Cl3	Algèbre 2	6 Cr.
Ce cours, une continuation d'Algèbre 1, explore l'étude avancée des structures algébriques telles que les groupes, les anneaux et les corps. Il comprend un examen détaillé des endomorphismes, de la réduction des matrices et des sous-structures spéciales des structures algébriques comme les idéaux. Les sujets explorés incluent la classification de matrices, le calcul des valeurs propres et des matrices équivalentes. Avec un mélange de compréhension théorique et d'applications pratiques, les étudiants acquerront une compréhension complète de ces concepts mathématiques.		
Prérequis : Algèbre 1 (020AL1Cl2)		
020AL3Cl4	Algèbre 3	4 Cr.
L'Algèbre 3 est un cours avancé, divisé en deux parties principales. La première partie se concentre sur les espaces à produit scalaire, explorant des concepts tels que les produits scalaires, les vecteurs orthogonaux, les bases orthonormées et l'isométrie dans les espaces euclidiens 2 et 3-dimensionnels. Cette section approfondit également l'étude des endomorphismes symétriques et des matrices orthogonales. La seconde partie du cours introduit la théorie des probabilités, incluant les espaces probabilistes, les variables aléatoires discrètes, les distributions de probabilité et la loi des grands nombres. S'appuyant sur les fondements de l'Algèbre 2, ce cours offre aux étudiants une compréhension complète de ces disciplines mathématiques.		
Prérequis : Algèbre 2 (020AL2Cl3) - Analyse 1 (020AA1Cl2).		
020AA1Cl2	Analyse 1	4 Cr.
Analyse asymptotique : séries de Taylor – Intégration sur un segment : intégration et dérivation – Somme de Riemann – Séries réelles et complexes, séries à termes positifs, convergence et convergence absolue – Combinatoire : produit cartésien, arrangements, combinaisons, cardinalité des ensembles finis, probabilité sur un espace fini, formule de Bayes, indépendance, variables aléatoires finies.		
020AN2Cl3	Analyse 2	6 Cr.
Espaces vectoriels normés : continuité, continuité uniforme et continuité lipschitzienne, compacité, applications linéaires, connexité par arcs – Intégrales généralisées : tests de convergence, convergence dominée – Fonctions de plusieurs variables : dérivées directionnelles et partielles, différentiabilité, gradient, extrema de fonctions de plusieurs variables, formes différentielles, intégrales multiples, intégrales curvilignes.		
Prérequis : Analyse 1 (020AA1Cl2)		
020AN3Cl4	Analyse 3	4 Cr.
Séries et familles sommables, séquences et séries de fonctions, intégration et dérivation d'une série de fonctions, séries entières, probabilité et variables aléatoires discrètes, équations différentielles linéaires et systèmes de la forme $X' = A(t)X + B(t)$, méthode de la variation constante, méthode de Lagrange.		
Prérequis : Analyse 2 (020AN2Cl3)		
020ANGCl1	Analyse générale	6 Cr.
Ensemble des nombres réels, fonctions réelles, fonctions trigonométriques, fonctions logarithmiques, fonctions puissances, fonctions trigonométriques inverses, fonctions hyperboliques, équations différentielles linéaires du premier ordre, équations différentielles du second ordre à coefficients constants, suites réelles et complexes, limites et continuité des fonctions réelles, différentiabilité, théorème de Rolle, applications.		

020CHACI3	Chimie avancée	4 Cr.
L'objectif global de ce cours est de fournir aux étudiants les principes de base de la thermodynamique chimique ainsi que de l'électrochimie, y compris les lois de la thermodynamique ; enthalpie, entropie, énergie interne, énergie libre, potentiel chimique, équilibre des phases, constante d'équilibre, caractérisation de l'état intensif d'un système à l'équilibre : variance d'un système à l'équilibre. Optimisation d'un processus chimique, surtension : courbes courant-potentiel, transformations spontanées, piles et électrolyseurs, potentiel mixte, potentiel de corrosion, intensité du courant de corrosion, corrosion uniforme en milieu oxygéné acide ou neutre, corrosion différentielle par hétérogénéité du support ou de l'environnement, protection contre la corrosion.		
Prérequis : Chimie générale (020CHGCI1)		
020CHGCI1	Chimie générale	4 Cr.
Ce cours permet aux étudiants de maîtriser les équilibres acido-basiques, la méthode de la réaction prépondérante, ainsi que le calcul du pH à l'état final de l'équilibre chimique, de même que les titrages pH-métriques et conductimétriques. Il aborde également les notions d'oxydants et de réducteurs, la pile électrochimique, les types d'électrodes, le calcul de la force électromotrice et de la capacité de la pile, le potentiel d'électrode via l'équation de Nernst, ainsi que les titrages par réaction d'oxydoréduction. Les étudiants découvrent aussi le concept d'équilibre hétérogène en solution aqueuse, l'effet de l'ion commun et de la complexation sur la solubilité, les réactions de complexation et l'influence du pH sur la solubilité. Enfin, le cours permet d'analyser les diagrammes potentiel-pH à travers des exemples selon des lignes verticales et horizontales.		
020EMECI3	Électromagnétisme	4 Cr.
Ce cours commence par une étude séparée dans le cas stationnaire des champs électriques et magnétiques. Les symétries géométriques sont utilisées pour tirer parti des propriétés du flux et de la circulation d'un champ vectoriel. Les équations locales stationnaires sont introduites comme un cas particulier des équations de Maxwell. Après une présentation des équations de Maxwell et de l'énergie électromagnétique (EM), l'attention est portée sur la propagation des ondes EM dans le vide, dans les conducteurs, dans le plasma et loin d'un dipôle oscillant EM. Prérequis : Analyse générale (020ANGCI1) - Signaux physiques (020SPHCI1)		
020FR1CI2	Français et philosophie 1	2 Cr.
Ce cours est proposé aux étudiants en mathématiques supérieures - section Concours afin de les préparer à l'épreuve écrite de français du concours d'admission aux écoles polytechniques (Filière universitaire internationale - Formation francophone, FUI-FF). Son objectif est de fournir aux étudiants les outils académiques et didactiques nécessaires pour réussir cette épreuve d'admission.		
020FR2CI3	Français et philosophie 2	2 Cr.
Ce cours est proposé aux étudiants en mathématiques supérieures - section Concours afin de les préparer à l'épreuve écrite de français du concours d'admission aux écoles polytechniques (Filière universitaire internationale - Formation francophone, FUI-FF). Son objectif est de fournir aux étudiants les outils académiques et didactiques nécessaires pour réussir cette épreuve d'admission.		
020INMCI2	Induction magnétique	2 Cr.
Ce cours est nouveau pour les étudiants car ils n'avaient qu'une approche descriptive du champ magnétique au lycée. Il porte sur les applications quotidiennes : boussole, moteur électrique, alternateur, transformateur, haut-parleur, plaque d'induction, identification par radiofréquence. Le flux magnétique est introduit et la notion de dipôle magnétique d'une boucle de courant est étendue au cas des aimants.		
020IF1CI2	Informatique 1	4 Cr.
Ce cours couvre les composants matériels d'un ordinateur ainsi que les concepts de base de la programmation de haut niveau en Python. Les sujets abordés incluent les composants matériels de l'ordinateur, les algorithmes, les langages de programmation, Python et l'environnement IDLE, les variables, les expressions arithmétiques et les opérateurs, les types de données primitifs, l'entrée et la sortie de données, les types de données composites		

intégrés, les instructions simples, les instructions de contrôle, les expressions logiques, les opérateurs relationnels et logiques, la définition et l'appel de fonctions, ainsi que les fonctions issues de modules externes.

020IF2Cl3	Informatique 2	4 Cr.
------------------	-----------------------	--------------

Ce cours couvre les structures LIFO et FIFO. Les sujets incluent une étude systématique des algorithmes de tri existants et le calcul de leur complexité temporelle. Il aborde également les concepts de base de la programmation orientée objet et leur application à l'abstraction de données en introduisant les notions d'instanciation d'objets, d'attributs et de méthodes. Une introduction aux bases de données relationnelles est également proposée.

Prérequis : Informatique 1 (020IF1Cl2).

020IF3Cl4	Informatique 3	2 Cr.
------------------	-----------------------	--------------

Programmation et algorithmes avec le langage CAML (Categorical Abstract Machine Language), variables, expressions arithmétiques et opérateurs, types de données primitifs, entrée et sortie de données, types de données composites intégrés, instructions simples, instructions de contrôle, expressions logiques, opérateurs relationnels et logiques, définition et appel de fonctions, fonctions provenant de modules externes, tableaux, programmation dynamique, structures récursives (listes, arbres), LIFO, FIFO, complexité, graphes, logique propositionnelle, automates finis déterministes et non déterministes, expressions régulières.

Prérequis : Informatique 1 (020IF1Cl2)

020GSCCl1	Le génie au service de la communauté	2 Cr.
------------------	---	--------------

Ce cours vise à explorer le rôle des ingénieurs dans la société moderne, en mettant particulièrement l'accent sur l'innovation, les énergies renouvelables, les bâtiments écologiques, la conception, la sécurité alimentaire, le recyclage et d'autres domaines pertinents pour notre quotidien. Les étudiants apprendront comment les ingénieurs peuvent exploiter leurs compétences techniques, leurs connaissances et leurs outils pour aborder et résoudre les défis sociaux et environnementaux à travers l'ingénierie.

064VALEL1	Les valeurs de l'USJ à l'épreuve du quotidien	2 Cr.
------------------	--	--------------

Cette unité d'enseignement vise à sensibiliser les étudiants aux valeurs fondamentales de l'Université Saint-Joseph de Beyrouth (USJ) afin de les investir dans leur vie personnelle, interpersonnelle et professionnelle. Elle les engage ainsi dans une réflexion critique sur la manière dont les valeurs inscrites dans la Charte de l'USJ peuvent influencer leurs comportements, leurs actions et leurs décisions afin de relever les défis du monde contemporain. Ils seront également conscients des enjeux globaux et des responsabilités éthiques, prêts à contribuer positivement à la construction d'une société meilleure.

020MADCl1	Mathématiques discrètes	6 Cr.
------------------	--------------------------------	--------------

Logique et raisonnement, théorie des ensembles, applications, relations binaires, calculs algébriques, nombres complexes, arithmétique des entiers, polynômes.

020MC1Cl1	Mécanique 1	6 Cr.
------------------	--------------------	--------------

L'objectif principal de ce cours est de maîtriser les principes et concepts fondamentaux de la physique classique (principe d'inertie, principe fondamental de la dynamique, principe des actions réciproques, théorème travail-énergie), et de renforcer la compréhension de ces principes à travers un large éventail d'applications concrètes ou de situations réelles dans toute leur richesse, en particulier dans le domaine de l'ingénierie.

020MC2Cl3	Mécanique 2	4 Cr.
------------------	--------------------	--------------

Le cours de Mécanique 2 vise à approfondir notre compréhension des concepts fondamentaux de la mécanique en abordant des situations plus complexes telles que les référentiels non galiléens, le frottement solide et la rotation des solides. Ces connaissances sont essentielles pour résoudre des problèmes réels et pour explorer des domaines tels que l'ingénierie et la physique. Dans la première partie du cours, nous abordons les situations où les lois de la physique ne sont pas valables dans un référentiel non galiléen, c'est-à-dire un référentiel en mouvement accéléré par rapport à un référentiel inertiel. Nous étudions les transformations des coordonnées et des vitesses dans ce type de référentiel, ainsi que les forces fictives qui apparaissent en raison de l'accélération du référentiel.

Ensuite, nous nous penchons sur les phénomènes de frottement solide, qui jouent un rôle crucial dans de nombreux domaines de l'ingénierie et des sciences appliquées. Nous étudions les lois du frottement et comment elles influencent le mouvement des objets en contact. Nous explorons les différents types de frottement, tels que le frottement statique et le frottement cinétique, et analysons les conditions dans lesquelles ils se produisent. Enfin, nous examinons les solides en rotation autour d'un axe fixe. Nous étudions les moments d'inertie, les lois de conservation du moment cinétique et les équations de mouvement pour les objets en rotation.

Prérequis : Mécanique 1 (020MC1Cl1)

020OPTCl3	Optique ondulatoire	2 Cr.
------------------	----------------------------	--------------

Ce cours couvre en profondeur les concepts clés de la théorie ondulatoire de la lumière. Il commence par définir les ondes sphériques et les ondes planes, ainsi que les notions fondamentales qui leur sont associées, telles que le chemin optique, l'intensité vibratoire, la surface d'onde, les trains d'ondes et la longueur de cohérence. Une attention particulière est accordée à l'interférence lumineuse par division du front d'onde, en étudiant le dispositif des fentes de Young et le montage de Fraunhofer. L'impact d'une source élargie et d'une source à faible largeur spectrale est également examiné. Ce cours explore également l'interférence lumineuse par division d'amplitude à l'aide de l'interféromètre de Michelson. De plus, une analyse approfondie du phénomène de diffraction dans les conditions de Fraunhofer est présentée, suivie d'une étude des interférences engendrées par plusieurs ondes cohérentes et l'utilisation des réseaux de diffraction.

Prérequis : Signaux physiques (020SPHCl1)

020PHQCl4	Physique quantique	2 Cr.
------------------	---------------------------	--------------

Ce cours porte sur deux aspects de la physique moderne. Le premier est basé sur la formulation de Schrödinger de la mécanique des ondes et traite de problèmes simples mais fondamentaux : particule libre, particule à potentiel unique, effet tunnel, particule dans une boîte et quantification de l'énergie. La seconde est une introduction à la thermodynamique statistique où les propriétés macroscopiques d'un système doivent être liées à ses constituants microscopiques. Le facteur Boltzmann est introduit pour le modèle d'atmosphère isotherme puis généralisé aux systèmes ayant un spectre d'énergie discret. Le théorème d'équipartition est ensuite utilisé pour évaluer la capacité thermique des gaz et des solides.

Prérequis : Électromagnétisme (020EMECI3)

020SPHCl1	Signaux physiques	6 Cr.
------------------	--------------------------	--------------

Le cours porte sur un large éventail de concepts déjà introduits au lycée : signaux périodiques, spectres, énergie électrique, loi d'Ohm, loi de Joule, lentilles, longueur d'onde, spectre lumineux, signal numérique, onde progressive, diffraction, interférences, effet Doppler, loi de Newton, énergie mécanique, oscillateur harmonique. L'idée est d'assurer une transition en douceur vers une physique plus quantitative que celle observée au lycée.

020SRLCl4	Systèmes et réseaux électriques linéaires	4 Cr.
------------------	--	--------------

Ce cours sert d'introduction aux principes fondamentaux de l'ingénierie électrique, en mettant l'accent sur l'analyse des circuits électriques. Les étudiants approfondiront l'analyse des réseaux résistifs, l'analyse des réseaux en courant alternatif, l'analyse transitoire, et exploreront la réponse en fréquence et les concepts de système. L'utilisation des diagrammes de Bode, Black et Nyquist sera largement abordée afin de fournir une compréhension complète des circuits électriques.

Prérequis : Signaux physiques (020SPHCl1)

020TEDCl4	Techniques digitales	4 Cr.
------------------	-----------------------------	--------------

Ce cours offre aux étudiants l'opportunité de se familiariser avec les différentes méthodes de conception des systèmes numériques simples. Ils apprendront à décomposer une fonction en blocs combinatoires et séquentiels, ainsi qu'à découvrir des techniques permettant l'automatisation des procédés industriels à partir d'un cahier des charges. Le contenu du cours comprend les concepts essentiels des systèmes de numération et codes, la logique combinatoire et séquentielle, les fonctions logiques et les circuits logiques intégrés. Les étudiants exploreront également des sujets tels que le théorème de Morgan, les tables de Karnaugh, les bascules, les compteurs/décompteurs binaires synchrones et asynchrones, ainsi que les registres à décalage. Des travaux pratiques seront réalisés pour mettre en pratique ces concepts.

020TH1Cl2**Thermodynamique 1****6 Cr.**

Ce cours s'intéresse aux lois gouvernant les propriétés macroscopiques d'un corps pur, en recensant des notions fondamentales comme le travail, la chaleur et la température. C'est dans ce cours que l'étudiant comprend, décrit et quantifie le fonctionnement des machines thermodynamiques comme les moteurs, les réfrigérateurs et les pompes à chaleur.

020TH2Cl4**Thermodynamique 2****2 Cr.**

L'objectif de ce cours est de maîtriser et d'appliquer les concepts et les principes fondamentaux de la thermodynamique. Ils visent à développer des aptitudes à résoudre des problèmes concrets à l'aide de bilans énergétiques, massiques et entropiques. En effet, l'énergie sous toutes ses formes est étudiée dans diverses machines, telles que les moteurs à explosion, les turboréacteurs pour la propulsion aéronautique et navale, les turbines à gaz ou à vapeur, les centrales thermiques et les systèmes de réfrigération. Une attention particulière est ensuite accordée aux problèmes de transferts thermiques qui ont besoin d'une maîtrise d'outils puissants (Laplacien, divergence) dans des situations concrètes. L'étudiant se familiarise avec les équations aux dérivées partielles, il apprend à manipuler la fameuse équation de la diffusion thermique avec ou sans terme de source en géométrie cartésienne, cylindrique ou sphérique.

Prérequis : Thermodynamique 1 (020TH1Cl2)

020TRSCI3**Traitements du signal****2 Cr.**

Ce cours a pour objectif de permettre aux étudiants d'acquérir une compréhension approfondie des concepts clés liés au filtrage des signaux périodiques et à l'échantillonnage. Les étudiants auront l'opportunité d'approfondir leurs connaissances sur les filtres linéaires, en comprenant leur fonctionnement et en explorant l'effet des filtres du premier et du second ordre sur un signal périodique. Une attention particulière sera accordée au processus d'échantillonnage, avec une étude détaillée du théorème de Nyquist-Shannon, qui établit les conditions requises pour éviter le phénomène de repliement de spectre. De plus, les étudiants auront l'occasion de se familiariser avec le filtrage numérique.

Prérequis : Signaux physiques (020SPHCl1)

020TIPCI4**Travaux d'initiative personnelle encadrés****2 Cr.**

Dans le cadre des Travaux d'initiative personnelle encadrés (TIPE), l'étudiant réalise un travail personnel axé sur la démarche de recherche scientifique et technologique. L'accent est mis sur la nécessité de poser des questions préalables, reflétant la pratique courante des scientifiques. La démarche de recherche conduit à la création d'objets de pensée et réels, favorisant la construction des connaissances.

020TCGCI2**Travaux pratiques de chimie générale****2 Cr.**

Ce cours porte sur la compréhension des dangers et des risques, ainsi que sur l'identification des consignes de sécurité appropriées. Il vise à renforcer les connaissances des étudiants concernant les procédures, les techniques et les protocoles de sécurité en laboratoire. De plus, le cours a pour objectif de développer les compétences des étudiants en analyse chimique qualitative et en titration de diverses solutions minérales, notamment les acides, les solutions alcalines et les réactions de précipitation. Les étudiants apprendront également à vérifier les informations théoriques par la détermination des concentrations à l'aide de méthodes d'analyse électrochimique telles que l'analyse spectrophotométrique. Une attention particulière sera accordée à la familiarisation avec le matériel utilisé lors de chaque séance de laboratoire et à l'acquisition de bases solides pour l'interprétation des données.

Prérequis : Chimie générale (020CHGCl1)

020PP1Cl2**Travaux pratiques de physique 1****2 Cr.**

Ce cours de travaux pratiques est conçu pour combler le fossé entre les connaissances théoriques et l'application pratique dans le domaine de l'ingénierie électrique et de la physique. Tout au long du cours, les étudiants participeront à des activités pratiques pour acquérir une compréhension approfondie de divers concepts. Les principaux sujets abordés comprennent la résonance dans les circuits RLC, l'analyse des systèmes, les mesures de circuits, la mécanique et le mouvement, le logiciel LabVIEW, les champs et les caractéristiques, les applications de l'oscilloscope, l'oscillateur à un degré de liberté, la focométrie et les systèmes optiques. En résumé, ce

cours de travaux pratiques est conçu pour doter les étudiants des compétences nécessaires pour appliquer les connaissances théoriques dans des scénarios réels, favorisant ainsi une compréhension globale des concepts d'ingénierie électrique et de physique.

020PP2CI3	Travaux pratiques de physiques 2	2 Cr.
------------------	---	--------------

Ce cours permet aux étudiants de consolider leurs connaissances théoriques en les mettant en pratique à travers une variété de sujets. Ils auront l'opportunité d'explorer des domaines tels que les circuits électriques, les filtres linéaires, l'analyse de Fourier, l'analyse fréquentielle, le tube de Thomson, la conduction thermique, la loi de Stefan-Boltzmann, l'oscillateur à deux degrés de liberté, la diffraction et les interférences, ainsi que la polarisation.
Prérequis : Travaux pratiques de physique 1 (020PP1CI2)

Préparatoire génie informatique et communications

020ALBNI3	Algèbre bilinéaire et géométrie	6 Cr.
------------------	--	--------------

Le cours d'Algèbre bilinéaire vise à donner aux étudiants une solide compréhension des concepts fondamentaux de la réduction des endomorphismes, des espaces préhilbertiens et des endomorphismes des espaces euclidiens. Les étudiants qui suivent ce cours acquerront une maîtrise des techniques de réduction des matrices et des endomorphismes, ainsi que de leurs applications pratiques telles que le calcul de la puissance d'une matrice, la résolution des systèmes de suites récurrentes linéaires et l'utilisation de suites récurrentes linéaires pour l'exponentiation des matrices. En addition, cette UE explore les espaces préhilbertiens en mettant l'accent sur des notions clés telles que le produit scalaire, l'orthogonalité et les projections orthogonales. Les étudiants apprendront à utiliser ces concepts pour résoudre des problèmes d'orthonormalisation. Enfin, les étudiants apprennent les isométries du plan, notamment les translations, les rotations et les réflexions, ainsi qu'aux isométries de l'espace.
Prérequis : Algèbre linéaire (020ALNNI2)

020ALNNI2	Algèbre linéaire	8 Cr.
------------------	-------------------------	--------------

Ce cours permet aux étudiants de manipuler les nombres complexes et d'exploiter leurs propriétés pour effectuer des calculs et résoudre des équations. Ils développent également une compréhension des transformations géométriques, telles que les translations, les rotations et les homothéties. Cette UE initie les étudiants aux espaces vectoriels et à comprendre les concepts d'indépendance linéaire, de base et de dimension. Les applications linéaires et les matrices occupent une place centrale dans ce cours. Ils étudient les propriétés des applications linéaires en apprenant à trouver le noyau et l'image de ces applications et à identifier les endomorphismes, les automorphismes et les isomorphismes. Les étudiants apprennent également à représenter ces applications à l'aide de matrices. En plus, ils maîtriseront le calcul des déterminants, qui jouent un rôle clé dans l'étude des systèmes linéaires et de leurs solutions.

020AA1NI2	Analyse 1	4 Cr.
------------------	------------------	--------------

Le cours d'Analyse 1 vise à approfondir la compréhension des concepts fondamentaux de l'analyse mathématique, permettant aux étudiants d'appliquer ces connaissances à des problèmes plus avancés. Il couvre les développements limités pour l'approximation et l'étude locale des fonctions. Les étudiants acquièrent également des compétences en matière de primitives et d'intégrales impropre, ce qui leur permet de les manipuler efficacement. Enfin, le cours aborde les séries numériques, en enseignant aux étudiants comment déterminer leur convergence ou divergence à l'aide de critères spécifiques. L'ensemble de ces apprentissages prépare les étudiants à résoudre des problèmes mathématiques complexes.

020AN2NI4	Analyse 2	6 Cr.
------------------	------------------	--------------

Cette matière a pour objectif d'approfondir la compréhension des concepts avancés de l'analyse mathématique. Elle englobe différents domaines, tels que la convergence simple et uniforme des suites et séries de fonctions. De plus, elle explore en détail les séries de puissances, en étudiant leurs rayons de convergence, leurs propriétés et leur relation avec les fonctions analytiques. L'analyse complexe est également introduite, offrant une étude des fonctions d'une variable complexe, qui revêt une grande importance dans diverses applications. Enfin, le cours aborde les séries de Fourier, qui sont utilisées pour représenter des fonctions périodiques en utilisant des combinaisons linéaires de fonctions de sinus et de cosinus. Cette connaissance approfondie prépare les étudiants

à aborder des concepts plus avancés dans les domaines des mathématiques appliquées, de la physique théorique, de l'ingénierie et d'autres disciplines connexes.

Prérequis : Analyse 1 (020AA1NI2)

020ANGNI1 Analyse générale 6 Cr.

Ce cours permet aux étudiants d'acquérir une compréhension approfondie des concepts de base de l'analyse tels que les limites, la continuité, la dérivation, les fonctions usuelles, les suites numériques, l'ensemble des nombres réels et les équations différentielles. Il vise à permettre aux étudiants de maîtriser les techniques de calcul relatives aux limites, à la dérivation et à la résolution des équations différentielles linéaires du premier et second ordre. Il permet l'exploration des fonctions circulaires réciproques et hyperboliques. De plus, ce cours favorise le développement des compétences en raisonnement mathématique. Les étudiants apprendront à formuler des arguments cohérents, à justifier leurs étapes de calcul et à démontrer des résultats mathématiques. En complétant ce cours, les étudiants obtiennent une base solide pour aborder des cours plus avancés en mathématiques, en physique et en ingénierie.

020CDFNI4 Calculs différentiels 6 Cr.

Ce cours est une exploration approfondie des équations différentielles et des systèmes d'EDO. Les concepts de base tels que les normes vectorielles, les sous-espaces, les bases et les boules ouvertes et fermées seront bien détaillés. Les étudiants explorent également les notions de convergence et d'équivalence entre les normes. Ce cours aborde aussi la topologie en introduisant les concepts de base tels que les ensembles ouverts et fermés, les points adhérents et les points intérieurs. Ensuite, une partie importante est consacrée à l'étude des fonctions de plusieurs variables afin d'explorer les concepts d'extrema et de fonctions implicites. Enfin, les étudiants apprennent à calculer les intégrales doubles et triples à l'aide de différentes méthodes telles que les coordonnées cartésiennes, polaires et cylindriques. Les concepts et les techniques, étudiés dans ce cours, sont essentiels pour développer des compétences analytiques avancées et pour résoudre des problèmes mathématiques complexes.

Prérequis : Analyse générale (020ANGNI1)

020CHGNI1 Chimie générale 4 Cr.

Ce cours permet aux étudiants de maîtriser les équilibres acido-basiques, la méthode de la réaction prépondérante, le calcul de pH à l'état final d'équilibre chimie ainsi que les titrages pH-métriques. En outre, ce cours permet d'acquérir des notions sur les oxydants et les réducteurs, la pile électrochimique et le type d'électrodes, le calcul de la force électromotrice et la capacité de la pile, le potentiel de l'électrode à travers l'équation de Nernst ainsi que le titrage par réaction d'oxydo-réduction. Les étudiants apprennent aussi le concept de l'équilibre hétérogène en solution aqueuse, l'effet de l'ion commun, la complexation et le pH sur la solubilité d'un solide. Finalement, ce cours permet d'analyser des diagrammes de potentiel-pH à travers d'exemples selon des frontières verticales et horizontales.

020CMTNI1 Complément de mathématiques 2 Cr.

Ce cours permet aux étudiants d'acquérir les compétences nécessaires pour résoudre des problèmes mathématiques élémentaires. Ils apprennent des sujets clés tels que les fonctions réciproques et inverses, les suites numériques, les fonctions circulaires, ainsi que les intégrales définies et indéfinies. En étudiant les fonctions composées et réciproques, les étudiants développeront une compréhension de la relation entre les différentes fonctions et apprendront à décomposer et à reconstruire des fonctions plus complexes. De plus, ce cours introduira les étudiants aux suites numériques, en particulier les suites arithmétiques et géométriques. Une autre composante essentielle de ce cours est l'étude des fonctions trigonométriques fondamentales, telles que le sinus, le cosinus et la tangente. Enfin, ce cours abordera les intégrales en explorant leurs propriétés, la technique d'intégration par parties, la méthode de changement de variable, ainsi qu'une application fondamentale : le calcul d'aires.

020EMENI3 Électromagnétisme 4 Cr.

Ce cours explore les champs électrostatiques et magnétostatiques créés par des distributions de charges et de courants. Les étudiants explorent les symétries, établissent les champs et les potentiels dans des cas simples, puis étudient les équations de Maxwell. Le cours couvre également la conservation de la charge, les relations entre le champ électrique et magnétique ainsi que la propagation des ondes électromagnétiques dans le vide.

Prérequis : Analyse générale (020ANGNI1) - Signaux physiques (020SPHNI1)

020INMNI2	Induction magnétique	2 Cr.
Ce cours explore les principes fondamentaux de l'induction magnétique et de ses applications. Il aborde différents sujets comme le champ magnétique, la loi de Faraday, l'induction électromagnétique, la loi de Lenz, les transformateurs, etc. Le cours aborde également différentes applications pratiques de l'induction magnétique, telles que les générateurs électriques, les moteurs électriques, les bobines d'induction, les capteurs magnétiques, etc. Les étudiants acquerront les bases nécessaires pour comprendre et analyser les phénomènes d'induction magnétique dans diverses applications. Ces concepts sont essentiels dans de nombreux domaines, notamment l'électrotechnique, l'électronique, l'électromagnétisme, la production d'énergie, les télécommunications, etc.		
020IF1NI2	Informatique 1	4 Cr.
Ce cours aborde les composants matériels d'un ordinateur et les concepts de base de la programmation de haut niveau en utilisant Python. Les sujets traités incluent les composants matériels de l'ordinateur, les algorithmes, les langages de programmation, Python et l'environnement IDLE, les variables, les expressions arithmétiques et les opérateurs, les types de données primitifs, l'entrée et la sortie de données, les types de données composites intégrés, les instructions simples, les instructions de contrôle, les expressions logiques, les opérateurs relationnels et logiques, la définition et l'appel de fonctions, les fonctions provenant de modules externes.		
020IF2NI3	Informatique 2	4 Cr.
Ce cours permet aux étudiants de maîtriser la manipulation des structures de données du langage Python et d'acquérir des concepts avancés de la programmation structurée tout en apprenant la gestion d'exceptions. En outre, ce cours initie les étudiants aux principes de la programmation orientée objet en Python et son application dans l'abstraction et l'encapsulation des données en introduisant les concepts de l'instanciation des classes, de la visibilité des membres, de l'héritage et du polymorphisme. Les étudiants apprennent aussi à créer des interfaces graphiques avec la librairie standard de Python (tkinter) en utilisant les éléments graphiques les plus communs dans le cadre d'applications simples et autonomes.		
Prérequis : Informatique 1 (020IF1NI2)		
020IF3NI4	Informatique 3	4 Cr.
Ce cours aborde des concepts avancés de programmation en Python. Il comprend une étude systématique des algorithmes de tri existants et de la manière de calculer leur complexité temporelle. Le cours explore l'application de la récursivité aux algorithmes de tri dotés d'une structure récursive. Il couvre également la gestion des fichiers pour enregistrer ou lire des données structurées ou non structurées, la création et la manipulation de bases de données relationnelles, la construction d'interfaces en ligne de commande, l'utilisation de bibliothèques spécialisées pour le calcul scientifique et l'analyse de données, ainsi que la connexion à des sites distants pour récupérer ou soumettre des données via des interfaces de programmation (API).		
Prérequis : Informatique 1 (020IF1NI2)		
020GSCNI1	Le génie au service de la communauté	2 Cr.
Ce cours vise à explorer le rôle des ingénieurs dans la société moderne, en mettant particulièrement l'accent sur l'innovation, les énergies renouvelables, les bâtiments écologiques, la conception, la sécurité alimentaire, le recyclage et d'autres domaines pertinents pour notre quotidien. Les étudiants apprendront comment les ingénieurs peuvent exploiter leurs compétences techniques, leurs connaissances et leurs outils pour aborder et résoudre les défis sociaux et environnementaux à travers l'ingénierie.		
064VALEL1	Les valeurs de l'USJ à l'épreuve du quotidien	2 Cr.
Cette unité d'enseignement vise à sensibiliser les étudiants aux valeurs fondamentales de l'Université Saint-Joseph de Beyrouth (USJ) afin de les investir dans leur vie personnelle, interpersonnelle et professionnelle. Elle les engage ainsi dans une réflexion critique sur la manière dont les valeurs inscrites dans la Charte de l'USJ peuvent influencer leurs comportements, leurs actions et leurs décisions afin de relever les défis du monde contemporain. Ils seront également conscients des enjeux globaux et des responsabilités éthiques, prêts à contribuer positivement à la construction d'une société meilleure.		

020MADNI1	Mathématiques discrètes	6 Cr.
Logique propositionnelle - Raisonnement mathématique - Ensembles - Relations - Nombres naturels, induction - Applications - Calcul algébrique - Coefficient binomial et triangle de Pascal - Polynômes - Arithmétique des entiers.		
020MATNI4	Matlab	2 Cr.
Ce cours couvre plusieurs aspects clés de Matlab et Simulink, avec un accent particulier sur le calcul symbolique en analyse et en algèbre, ainsi que le calcul matriciel, la programmation, et une introduction à Simulink. Les étudiants auront l'opportunité d'explorer en profondeur les fonctionnalités avancées de Matlab, en mettant l'accent sur son utilisation dans les différents domaines de l'ingénierie. L'analyse symbolique permet aux étudiants de manipuler des expressions mathématiques complexes, de simplifier des équations, de calculer des dérivées et des intégrales et de résoudre des systèmes d'équations symboliques. Les étudiants apprendront à manipuler des matrices et des vecteurs et à effectuer des opérations matricielles essentielles. En outre, le cours couvre également des aspects pratiques de la programmation Matlab, en enseignant aux étudiants comment écrire des scripts et des fonctions personnalisées. Enfin, le cours offre une introduction à Simulink, l'environnement graphique de Matlab dédié à la modélisation et à la simulation de systèmes dynamiques.		
Prérequis : Analyse générale (020ANGNI1) - Informatique 1 (020IF1NI2)		
020MC1NI1	Mécanique 1	6 Cr.
La mécanique du point de vue matériel est une branche de la physique qui étudie le mouvement des objets en les considérant comme des points de masse sans dimensions. Elle simplifie l'étude des systèmes physiques en négligeant les dimensions et la structure interne des objets, en se concentrant uniquement sur leur mouvement global. Dans ce cas, on suppose que l'objet étudié est ponctuel, c'est-à-dire qu'il n'a pas de dimensions spatiales significatives, ce qui simplifie les calculs en considérant uniquement la masse de l'objet et sa position dans l'espace. Les principes fondamentaux de la mécanique du point matériel reposent sur les lois de Newton, qui décrivent le lien entre la force appliquée sur un objet, sa masse et son mouvement. En utilisant ces principes, on peut analyser le mouvement d'un point matériel en étudiant les forces appliquées, la masse de l'objet et les conditions initiales. La mécanique du point matériel constitue une base essentielle pour comprendre les concepts plus avancés de la mécanique classique, tels que la cinématique, la dynamique, les lois du mouvement, l'énergétique, etc.		
020MC2NI3	Mécanique 2	4 Cr.
La mécanique des solides est une branche de la mécanique qui étudie le mouvement et l'équilibre des objets considérés comme des corps rigides. Un corps rigide est un objet dont les différentes parties ne se déforment pas les unes par rapport aux autres lorsqu'il est soumis à des forces externes. Ce cours traite des lois de la mécanique des systèmes pour aborder le cas particulier des solides. Cela permet aux étudiants de savoir appliquer les différentes méthodes de détermination du centre de masse d'un solide et d'étudier son mouvement de translation et/ou de rotation autour d'un axe fixe. Une fois la définition du torseur en mécanique donnée avec toutes les lois qui en dérivent, les étudiants maîtrisent dans cette matière l'application des lois statiques, dynamiques et énergétiques pour traiter un problème compliqué de mécanique.		
Prérequis : Mécanique 1 (020MC1NI1)		
020OPTNI3	Optique ondulatoire	2 Cr.
Ce cours couvre en profondeur les concepts clés de la théorie ondulatoire de la lumière. Il commence par définir les ondes sphériques et les ondes planes, ainsi que les notions fondamentales qui leur sont associées, telles que le chemin optique, l'intensité vibratoire, la surface d'onde, les trains d'ondes et la longueur de cohérence. Une attention particulière est accordée à l'interférence lumineuse par division du front d'onde, en étudiant le dispositif des fentes de Young et le montage de Fraunhofer. L'impact d'une source élargie et d'une source à faible largeur spectrale est également examiné.		
Prérequis : Signaux physiques (020SPHNI1)		
020PRBNI4	Probabilité	4 Cr.
Ce cours vise à permettre aux étudiants d'acquérir une connaissance approfondie des concepts fondamentaux de la théorie des probabilités. Ce cours offre aux étudiants l'occasion de maîtriser les techniques de calcul des probabilités. Au cours de l'UE, les étudiants seront initiés aux différents aspects des probabilités, en commençant		

par les dénombresments. Ils apprennent les techniques de combinaison, de permutation et d'arrangement. Ensuite, ils explorent les notions permettant de comprendre et de manipuler les probabilités sur un ensemble dénombrable (le vocabulaire probabiliste, le théorème de limite monotone et l'inégalité de Boole, le conditionnement, les probabilités composées, les probabilités totales et la formule de Bayes). Le cours se concentrera également sur les variables aléatoires discrètes, permettant aux étudiants de modéliser et d'analyser des phénomènes aléatoires à l'aide de lois de probabilité. Enfin, les variables aléatoires continues seront abordées, avec une étude approfondie des fonctions de répartition, de l'espérance, de la variance et des lois usuelles.

Prérequis : Analyse 1 (020AA1NI2)

020PIINI4	Projet d'initiation à l'ingénierie	2 Cr.
------------------	---	--------------

Ce cours vise à inculquer aux étudiants un sens des responsabilités similaire à celui des chercheurs et ingénieurs, en introduisant et en développant leurs compétences dans le processus de recherche scientifique. Il cherche également à intégrer les efforts de recherche scientifique et technologique, et à faciliter le développement d'éléments conceptuels et tangibles qui contribuent activement au processus continu de création de connaissances, allant de l'idéation à la conception, et, dans certains cas, à la réalisation.

020SPHNI1	Signaux physiques	6 Cr.
------------------	--------------------------	--------------

Ce cours vise à fournir aux étudiants une compréhension approfondie des concepts fondamentaux liés aux circuits linéaires et à la propagation des signaux. Les étudiants exploreront les notions des : oscillateurs harmoniques, ondes progressives, interférences, lois générales de l'électrocinétique, notations complexes, Impédances et admittances, filtres linéaires. Ils acquerront les connaissances nécessaires pour analyser et résoudre des problèmes liés à ces domaines.

020SRLNI4	Systèmes et réseaux électriques linéaires	6 Cr.
------------------	--	--------------

Ce cours sert d'introduction aux principes fondamentaux de l'ingénierie électrique, en mettant l'accent sur l'analyse des circuits électriques. Les étudiants approfondiront l'analyse des réseaux résistifs, l'analyse des réseaux en courant alternatif et l'analyse transitoire, et exploreront la réponse en fréquence et les concepts de système. L'utilisation des diagrammes de Bode, Black et Nyquist sera largement abordée afin de fournir une compréhension complète des circuits électriques.

Prérequis : Signaux physiques (020SPHNI1)

020TEDNI4	Techniques digitales	6 Cr.
------------------	-----------------------------	--------------

Ce cours offre aux étudiants l'opportunité de se familiariser avec les différentes méthodes de conception des systèmes numériques simples. Ils apprendront à décomposer une fonction en blocs combinatoires et séquentiels, ainsi qu'à découvrir des techniques permettant l'automatisation des procédés industriels à partir d'un cahier des charges. Le contenu du cours comprend les concepts essentiels des systèmes de numération et de codes, la logique combinatoire et séquentielle, les fonctions logiques et les circuits logiques intégrés. Les étudiants exploreront également des sujets tels que le théorème de Morgan, les tables de Karnaugh, les bascules, les compteurs/décompteurs binaires synchrones et asynchrones, ainsi que les registres à décalage. Des travaux pratiques seront réalisés pour mettre en pratique ces concepts.

020TH1NI2	Thermodynamique 1	4 Cr.
------------------	--------------------------	--------------

Ce cours permet aux étudiants de maîtriser les principaux concepts de la thermodynamique. Il commence par une introduction aux différents états de la matière et aux échelles d'étude. Ensuite, il explore l'état d'un système thermodynamique, les équations d'état et l'énergie interne. Les transformations d'un système thermodynamique et le premier principe de la thermodynamique sont également étudiés, en mettant l'accent sur le travail des forces de pression et les transferts thermiques. Le second principe de la thermodynamique et le concept d'entropie sont présentés, avec des applications. Le cours aborde également l'étude thermodynamique des transitions de phase.

020PP1NI2	Travaux pratiques de physique 1	2 Cr.
------------------	--	--------------

Ce cours de travaux pratiques est conçu pour combler le fossé entre les connaissances théoriques et l'application pratique dans le domaine de l'ingénierie électrique et de la physique. Tout au long du cours, les étudiants

participeront à des activités pratiques pour acquérir une compréhension approfondie de divers concepts. Les principaux sujets abordés comprennent la résonance dans les circuits RLC, l'analyse des systèmes, les mesures de circuits, la mécanique et le mouvement, le logiciel LabVIEW, les champs et les caractéristiques, les applications de l'oscilloscope, l'oscillateur à un degré de liberté, la focométrie et les systèmes optiques. En résumé, ce cours de travaux pratiques est conçu pour doter les étudiants des compétences nécessaires pour appliquer les connaissances théoriques dans des scénarios réels, favorisant ainsi une compréhension globale des concepts d'ingénierie électrique et de physique.

020PP2NI3	Travaux pratiques de physique 2	2 Cr.
------------------	--	--------------

Ce cours permet aux étudiants de consolider leurs connaissances théoriques en les mettant en pratique à travers une variété de sujets. Ils auront l'opportunité d'explorer des domaines tels que les circuits électriques, les filtres linéaires, l'analyse de Fourier, l'analyse fréquentielle, le tube de Thomson, la conduction thermique, la loi de Stefan-Boltzmann, l'oscillateur à deux degrés de liberté, la diffraction et les interférences, ainsi que la polarisation. **Prérequis :** Travaux pratiques de physique 1 (020PP1NI2)

Diplôme d'ingénieur spécialité génie informatique et communications

020ADUES3	Administration Unix	4 Cr.
------------------	----------------------------	--------------

Ce cours offre une introduction complète aux systèmes d'exploitation Unix et Linux, en mettant l'accent sur les compétences pratiques et les concepts fondamentaux. Les étudiants exploreront l'interface en ligne de commande de Linux, la navigation essentielle dans le système de fichiers ainsi que les techniques de gestion des disques. Les thèmes abordés incluent l'édition de texte avec des outils tels que vi et nano, l'écriture de scripts Shell de base pour l'automatisation des tâches, et l'exécution des principales opérations d'administration système. Le cours couvre également la surveillance des processus et du système, ainsi que les principes fondamentaux du réseau et de la sécurité. À la fin du cours, les étudiants seront capables de gérer et d'exploiter avec assurance des environnements Unix/Linux dans des contextes académiques et professionnels.

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/server, 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 les opérations DHCP et DNS, ainsi que 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.

020BDAES3	Advanced Databases	4 Cr.
------------------	---------------------------	--------------

Ce cours explore des concepts et des techniques avancés des systèmes de base de données, en s'appuyant sur les connaissances fondamentales des bases de données relationnelles. Les étudiants acquerront une compréhension approfondie ainsi que des compétences pratiques en conception de bases de données, en optimisation, en gestion des transactions et en sécurité. L'accent est mis sur l'amélioration des performances, de l'intégrité et de la fiabilité des systèmes de base de données grâce à des méthodologies et des outils avancés.

Prérequis : Bases de données relationnelles (020BDRES2)

020AIMES5	AI in Marketing	4 Cr.
------------------	------------------------	--------------

Ce cours explore l'intégration des outils et techniques d'intelligence artificielle dans les pratiques marketing modernes. Les étudiants étudieront l'utilisation des algorithmes d'IA, des modèles d'apprentissage automatique et de l'analyse de données pour optimiser les stratégies marketing à travers différents canaux numériques. À travers des applications concrètes et une expérience pratique, ils apprendront à personnaliser le contenu, à renforcer l'engagement client et à maximiser le retour sur investissement grâce à la publicité ciblée et à la tarification

dynamique. Le cours met l'accent sur les considérations éthiques et l'utilisation responsable de l'IA, permettant aux marketeurs de tirer parti de la technologie de manière efficace tout en préservant l'intégrité et la confiance.

020ADPES3	Analysé de projets	4 Cr.
------------------	---------------------------	--------------

Ce cours présente les fondamentaux des systèmes d'information (SI) dans un contexte d'entreprise, en mettant l'accent sur l'analyse structurée et la modélisation des données et des processus. Les étudiants apprendront à analyser les besoins en données d'une organisation et à modéliser les flux d'information en utilisant la méthodologie Merise, une approche structurée largement utilisée dans la conception des systèmes d'information. Le cours couvre les aspects statiques et dynamiques du système, notamment les diagrammes de flux de données (DFD), les modèles conceptuels et logiques de données (MCD, MLD), ainsi que les modèles de traitements (MCT, MOT, MoPT, MPD). À travers des exemples pratiques et des études de cas, les étudiants acquerront une expérience concrète dans le développement d'architectures systèmes cohérentes en utilisant Merise et ses extensions (Merise 2).

020ANGES4	Anglais	4 Cr.
------------------	----------------	--------------

Ce cours vise à développer l'esprit critique, la lecture et l'expression orale et l'écriture. Il met l'accent sur la synthèse des sources pour la rédaction d'un mémoire de recherche et sa soutenance devant un public. L'accent est mis sur la lecture analytique de différents types de textes requis dans les disciplines, ainsi que sur la synthèse de sources variées pour produire un texte écrit et le présenter oralement.

020APDES4	Applications distribuées	4 Cr.
------------------	---------------------------------	--------------

Ce cours sensibilise les étudiants aux différents modèles d'architecture logicielle et aux modèles d'applications d'entreprise. Il explique également la nécessité d'utiliser des intergiciels (middleware) dans le contexte des applications distribuées orientées objet (Java RMI), ainsi que la distribution sur le Web. Le cours couvre les composants distribués Jakarta EE (Stateless et Stateful Session Beans), ainsi que les Message Driven Beans pour la communication asynchrone. Il détaille la cartographie objet-relationnelle (ORM) et son implémentation avec JPA (Java Persistence API) pour gérer la persistance et l'accès aux bases de données relationnelles et non relationnelles. En ce qui concerne les applications Web distribuées, le cours traite des Servlets, ainsi que de l'implémentation, des tests et du déploiement des services Web REST respectant le niveau 3 du modèle de maturité de Richardson et le principe HATEOAS, permettant aux étudiants de les comparer aux services Web SOAP. Le cours aborde également la documentation des API Web REST à l'aide de la spécification Open API (Swagger). Enfin, il introduit les conteneurs et explique leur importance pour le déploiement des applications en local (on-premise) ou dans le cloud.

020AROES3	Architecture des ordinateurs	4 Cr.
------------------	-------------------------------------	--------------

Ce cours explore les principes fondamentaux de l'architecture et de l'organisation des ordinateurs, en mettant l'accent sur la structure des systèmes informatiques, le traitement de l'information et l'optimisation des performances. Les thèmes abordés incluent l'évolution des systèmes informatiques, les métriques de performance, ainsi que le modèle de Von Neumann. Le cours examine les composants clés tels que les structures d'interconnexion, les hiérarchies de mémoire et les systèmes d'entrée/sortie. Les étudiants étudieront les architectures de jeux d'instructions (ISA), la structure et le fonctionnement des processeurs, ainsi que des concepts avancés comme le pipeline, les architectures RISC et CISC, le parallélisme au niveau des instructions (ILP) et les processeurs superscalaires. Le cours introduit également les architectures parallèles et les stratégies d'organisation visant à améliorer les performances de calcul des systèmes modernes.

Prérequis : Techniques digitales (020TEDN14 ou 020TEDC14)

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

Ce cours offre une introduction complète aux systèmes de bases de données, en mettant l'accent à la fois sur les fondements théoriques et les applications pratiques. Les sujets abordés incluent les modèles logiques de bases de données, l'algèbre relationnelle et les principes de conception des bases de données tels que les dépendances fonctionnelles. Les étudiants acquerront une maîtrise du langage SQL (Structured Query Language), en couvrant aussi bien les commandes de base que les requêtes avancées. D'autres notions seront abordées, notamment les vues, les déclencheurs (triggers), les fonctions et les procédures stockées dans les systèmes de gestion de bases de données. Le cours explore également les structures d'indexation pour la conception physique des bases de

données. Les étudiants développeront des compétences pour traduire l'algèbre relationnelle en SQL et concevoir des solutions de bases de données efficaces.

020BLOES3 Blockchain and Cryptocurrency 4 Cr.

This course offers a comprehensive foundation in blockchain systems, cryptocurrencies, decentralized applications (DApps), and consensus mechanisms. It blends theoretical concepts with hands-on experience to equip students with practical skills relevant to blockchain development and application. Students will explore core cryptographic principles, blockchain structure, smart contracts, and real-world use cases in finance, supply chain, and more.

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.

Ce cours couvre les fondamentaux des communications sans fil, avec un accent particulier sur la modélisation du canal sans fil. Il aborde la modulation numérique dans les canaux sans fil, le codage de canal et l'entrelacement dans les canaux à évanouissement, l'égalisation, la diversité, les systèmes à antennes multiples, l'étalement de spectre, la modulation multiporteuse, l'accès multiple, ainsi que les réseaux Wi-Fi.

020CMPES5 Comptabilité 4 Cr.

Définition de la comptabilité, processus comptable, concepts comptables, classification des comptes, règles du système de comptabilité en partie double, règles de journalisation, actifs circulants, passifs circulants. Concepts de la comptabilité analytique, avantages de la comptabilité analytique, classification et éléments du coût, élaboration d'un état des coûts (Cost sheet).

020CVNES4 Computer Vision 4 Cr.

Ce cours initie les étudiants aux principes fondamentaux et aux techniques pratiques de la vision par ordinateur. Les sujets abordés incluent le filtrage d'images, l'extraction de caractéristiques, la détection de contours, les transformations géométriques, la détection d'objets, la segmentation et la vision 3D. Les étudiants exploreront également des approches modernes basées sur l'apprentissage profond telles que les réseaux de neurones convolutifs (CNN), les Vision Transformers (ViTs), les modèles de détection d'objets (YOLO, SSD) et les autoencodeurs convolutifs (CAEs) pour la réduction de dimensionnalité et le débruitage. Les applications couvrent la classification d'images, l'estimation de profondeur et l'analyse vidéo. À travers des travaux pratiques et des projets utilisant Python et des bibliothèques telles qu'OpenCV, PyTorch et Scikit-image, les étudiants

développeront les compétences nécessaires pour concevoir, évaluer et déployer des systèmes de vision par ordinateur.

Prérequis : Théorie du signal (020THSES2)

020CCIES4 Conception de circuits intégrés 4 Cr.

Dans ce cours appliqué, les étudiants sont initiés à l'utilisation d'un logiciel de CAO (Conception assistée par ordinateur) industriel afin d'acquérir des compétences en conception assistée par ordinateur dans le domaine de la conception de circuits intégrés. Le contenu du cours est le suivant : flux de conception des circuits intégrés, technologies de fabrication et encapsulation. Amplificateurs multi-étages, miroirs de courant et charges actives, concepts de polarisation de base, signalisation différentielle, conception des amplificateurs opérationnels au niveau du transistor, filtres, circuits échantillonnés, buffers, réponse en fréquence des circuits analogiques à rétroaction, introduction à la stabilité des amplificateurs à rétroaction, simulation et évaluation des performances électriques des circuits intégrés à l'aide d'un logiciel de CAO (EDA). Introduction au bruit et à la linéarité en électronique.

Prérequis : Électronique numérique (020ELNES2)

020CIDES5 Continuous Integration and Deployment 4 Cr.

Ce cours de 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.

020CRYES4 Cryptographie 4 Cr.

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.

020DMOES4 Développement pour mobiles 4 Cr.

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.

020DRAES5 Droit des affaires 2 Cr.

Ce cours offre un aperçu du cadre juridique régissant les activités commerciales et les entités commerciales. Il couvre les concepts fondamentaux liés aux transactions commerciales, au statut des commerçants et à la réglementation des établissements commerciaux.

020EEIES4 Écosystème et évolution de l'Internet 4 Cr.

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)

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 couvre les principaux composants électroniques à faible consommation : 1) Semi-conducteurs de type P et de type N – jonction P-N 2) Diodes : caractéristiques et circuits d’application (limitation, redressement...), diode Zener (régulation), diode électroluminescente 3) Transistor bipolaire : fonctionnement en régime continu (caractéristiques I-V, polarisation, droite de charge), fonctionnement en régime alternatif (circuits amplificateurs), synthèse de circuits amplificateurs, transistor bipolaire utilisé comme interrupteur 4) Transistors MOSFET : caractéristiques I-V, fonctionnement en régime résistif et en amplification 5) Amplificateur opérationnel (AO) modèle comportemental et imperfections, circuits d’application (amplificateurs inverseur / non-inverseur, intégrateurs, suiveur de tension, filtres actifs) 6) Comparateur : caractéristiques, performances, limitations et applications.

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 des transistors 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 : Électronique analogique (020ELAES1)

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

Design thinking, arbre à problèmes - Business Model Canvas, présentation – Value Proposition Canvas - Segmentation client (adéquation produit-marché) - Analyse de la concurrence, stratégie de mise sur le marché (Go2Market), présentation – Budgétisation de base et indicateurs financiers, pitch deck, présentation.

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

Ce cours est de nature interactive. Il comprend la lecture et l’analyse de textes fondamentaux, des moments de réflexion et de débat, une sensibilisation à l’état de l’art dans la région, l’étude de documents authentiques d’organisations internationales, des jeux de rôle ainsi que des projets pour une analyse plus pragmatique. Il s’adresse aux étudiants se destinant à travailler dans des entreprises publiques ou privées, et dans tous les secteurs. Son objectif est de sensibiliser à l’importance croissante de l’éthique, devenue incontournable au regard des tendances actuelles en matière de développement durable, de transparence de l’information à l’égard des parties prenantes, et de concurrence équitable. Il offre également aux futurs ingénieurs l’opportunité de comprendre les enjeux du monde des affaires dans une perspective analytique, et de se distinguer par leur professionnalisme et leur attitude éclairée sur les questions éthiques. Enfin, les étudiants seront plus attentifs aux démarches entrepreneuriales et à la réflexion éthique qui les accompagne.

020PFSES3	Functional Programming	4 Cr.
------------------	-------------------------------	--------------

L’objectif de ce cours est d’introduire le paradigme de la programmation fonctionnelle, en utilisant principalement le langage Java. Il illustre également certains concepts de programmation fonctionnelle en Python et introduit Scala comme langage hybride multiparadigme. Le cours débute par une vue d’ensemble de la programmation fonctionnelle, suivie d’une exposition progressive du modèle d’évaluation (utilisé pour raisonner sur les programmes fonctionnels) ainsi que des concepts suivants : la récursivité et l’optimisation des fonctions

récursives, l'utilisation des fonctions comme valeurs, l'application partielle de fonctions, l'immuabilité des objets et ses avantages, les types et le filtrage par motifs (pattern matching), les paires et tuples, les listes et collections fonctionnelles, la résolution de problèmes de recherche combinatoire à l'aide des expressions for, l'évaluation paresseuse, les flux fonctionnels, les séquences infinies, la variance du polymorphisme par rapport à l'héritage, et un aperçu des principales monades telles que Option, Try et Future. Ces concepts seront illustrés par des exemples et exercices en Java, Python et Scala. Enfin, le cours se conclura par une introduction à la preuve de programmes via l'induction structurelle.

Prérequis : Programmation orientée objet (020CPPES1)

020GAI	E5	Generative AI	4 Cr.
---------------	-----------	----------------------	--------------

Ce cours offre aux étudiants en ingénierie une compréhension approfondie de l'intelligence artificielle générative, en mettant l'accent sur la conception, l'implémentation et le déploiement de modèles génératifs avancés. Les étudiants exploreront les architectures fondamentales telles que les réseaux antagonistes génératifs (GAN), les autoencodeurs variationnels (VAE), les modèles autorégressifs, les modèles de diffusion et les systèmes à base de transformateurs comme GPT. Le cours introduit également la génération augmentée par récupération (RAG), un paradigme puissant qui renforce les grands modèles de langage en y intégrant des sources de connaissances externes pour une génération contextualisée et fondée sur des données fiables. En plus de maîtriser les techniques de modélisation essentielles, les étudiants étudieront les tendances récentes telles que les modèles fondamentaux (foundation models), la génération multimodale, et l'intégration des modèles génératifs dans des systèmes d'IA agentique (agents autonomes, orientés vers des objectifs, capables de raisonner, planifier et utiliser des outils). Des projets pratiques permettront aux étudiants d'appliquer ces concepts à des tâches réelles impliquant du texte, des images, de l'audio et de la génération intermodale. Les enjeux éthiques, y compris les biais, la désinformation et le déploiement responsable, seront également abordés. À l'issue du cours, les étudiants seront préparés à concevoir, à ajuster et à évaluer des systèmes d'IA générative dans des contextes industriels et de recherche.

Prérequis : Natural Language Processing (020NLPES3)

020GLO	E5	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, fonctionnalité 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, ou 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 charges ainsi que les outils des 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 comme 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 Developpement 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 et sensibilise les étudiants au développement SAAS et à l'application de l'automation au niveau du cycle de développement.

020GPRES	2	Gestion de projets	4 Cr.
-----------------	----------	---------------------------	--------------

Une gestion de projet efficace garantit la réalisation d'un projet dans le respect des délais et du budget et avec une qualité irréprochable. Les techniques spécifiques permettant d'atteindre ces trois objectifs ne sont pas toujours évidentes. Ce cours vise à enseigner aux étudiants ces techniques efficaces et à leur faire acquérir diverses compétences pour gérer le budget, le calendrier et la qualité des projets dont ils sont ou seront responsables.

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. Il couvre les domaines suivants : la politique et les procédures de sécurité, la sécurité des ressources humaines, la sécurité physique et la logique des systèmes et réseaux, la gestion des incidents et la gestion des plans de continuité des affaires.

020AITES5 Information Technology (IT) at Work 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.

020INDES2 Innovation and Design Thinking 2 Cr.

L'objectif de ce cours est d'explorer l'état d'esprit créatif et les pratiques spécifiques qui favorisent l'innovation. Tout au long du cours, les étudiants seront amenés à explorer la créativité et les sources d'idées innovantes. Puisque croire en sa propre capacité créative constitue la première étape pour devenir un penseur et un leader innovant, le cours aborde des stratégies visant à renforcer la confiance créative et à la transmettre aux autres. Il introduit également le processus de design thinking, une méthode éprouvée pour mettre en pratique l'innovation. Les étudiants découvriront les différentes étapes de ce processus, allant de l'identification des besoins et de l'empathie à la génération d'insights, au prototypage et à l'expérimentation. Enfin, le cours traite de la manière d'adopter et d'implémenter un esprit d'innovation dans un environnement professionnel, ainsi que de la façon d'influencer et d'inspirer les autres.

020IDRES5 Ingénierie des réseaux 4 Cr.

Ce cours couvre les principes fondamentaux de l'ingénierie des réseaux, la planification des réseaux radio, les considérations de déploiement pour les réseaux mobiles, la qualité de service et l'optimisation des réseaux mobiles, la protection et la résilience des réseaux optiques, la conception des réseaux WDM, la virtualisation des réseaux ainsi que l'intelligence artificielle appliquée aux 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 messager. 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 les architectures event-driven pour l'intégration des applications data-intensive en utilisant Apache Kafka.

020IA2ES4 Intelligence artificielle 4 Cr.

Ce cours a pour objectif l'étude des agents intelligents artificiels. Il présente plusieurs méthodes pour implémenter ces agents : des agents à réflexes simples aux agents basés sur l'utilité, en passant par les agents capables d'apprentissage. Nous abordons d'abord les algorithmes de recherche gloutonne et A, l'implémentation de jeux à travers les algorithmes Minimax et Expectimax, les processus de décision de Markov (MDP) et l'apprentissage par

renforcement (RL). Nous introduisons ensuite la théorie des algorithmes d'apprentissage automatique (Machine Learning) accompagnés de quelques applications.

Prérequis : Théorie des graphes et recherche opérationnelle (020TROES2)

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 Wi-Fi 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, le mail, DNS et DHCP, et 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 la configuration des équipements de commutation, à l'utilisation des outils de simulation des réseaux et d'analyse de protocoles, et à la programmation socket. Le semestre 1 de la formation Cisco CCNA Routing & Switching est intégré à ce cours.

020IDSES3

Introduction to Data Science

4 Cr.

Ce cours propose une introduction pratique aux concepts fondamentaux, aux outils et aux méthodes de travail en science des données. Les étudiants exploreront les étapes typiques du processus de travail d'un data scientist, notamment l'acquisition, le traitement, l'analyse, la modélisation et la visualisation des données. Des outils de programmation essentiels tels que NumPy et pandas sont introduits pour la manipulation de données structurées, ainsi que SQL (SQLite, pandasql) et les API pour l'accès aux données. Les étudiants apprendront des techniques de nettoyage de données telles que la gestion des types, la détection des valeurs aberrantes, la suppression partielle et l'imputation. Le cours couvre l'analyse exploratoire des données (EDA) à l'aide de tests de signification statistique, et introduit des méthodes de test paramétriques et non paramétriques, notamment les tests t, le test de Welch, le test de Shapiro-Wilk et le test de Mann-Whitney U. Des techniques fondamentales d'apprentissage automatique sont également présentées, avec un accent sur la régression linéaire, la descente de gradient et l'évaluation des modèles à l'aide du coefficient de détermination. Les étudiants étudieront également les principes d'une visualisation de données efficace, incluant les indices visuels, les systèmes de coordonnées, l'échelle, les types de données et le contexte, avec des exercices pratiques de visualisation en Python. Enfin, le cours introduit les concepts de base du Big Data, notamment MapReduce et Hadoop, et intègre une mise en pratique à travers des notebooks Jupyter.

435LALAL2

La langue arabe et les arts

2 Cr.

Cette unité d'enseignement propose une immersion progressive dans la langue et la culture arabes et permet aux étudiants de développer des compétences linguistiques fondamentales, tout en explorant des thématiques culturelles diversifiées.

Objectifs spécifiques :

- Explorer les formes d'expression artistique arabe dans leur diversité.
- Comprendre la place de l'art dans la culture et l'identité arabes.

435LALML2

La langue arabe et les médias

2 Cr.

Cette unité d'enseignement propose une immersion progressive dans la langue et la culture arabes et permet aux étudiants de développer des compétences linguistiques fondamentales, tout en explorant des thématiques culturelles diversifiées.

Objectifs spécifiques :

- Comprendre le paysage médiatique arabe et analyser son rôle dans la société contemporaine.
- Développer des compétences d'analyse critique des médias en arabe.

435LRCTL2 La langue arabe : le roman contemporain, le cinéma et le théâtre 2 Cr.

Cette unité d'enseignement propose une immersion progressive dans la langue et la culture arabes et permet aux étudiants de développer des compétences linguistiques fondamentales, tout en explorant des thématiques culturelles diversifiées.

Objectifs spécifiques :

- Approfondir la connaissance des grandes œuvres littéraires et cinématographiques arabes.
- Développer une capacité d'analyse critique et de débat en arabe.

020MLRES4 Machine learning 4 Cr.

Ce cours initie les étudiants aux principes fondamentaux et aux techniques pratiques de l'apprentissage automatique, en proposant une vue d'ensemble des paradigmes d'apprentissage supervisé, non supervisé et génératif. Il débute par une approche pratique à travers l'analyse exploratoire des données (EDA). Il se poursuit par le développement et l'évaluation de modèles supervisés classiques pour des tâches de classification et de régression. Le cours aborde ensuite les fondements théoriques de l'apprentissage profond ainsi que l'implémentation et l'évaluation de solutions à base de perceptrons multicouches (MLP) pour la classification et la régression. Les étudiants exploreront également les techniques de regroupement (clustering), la réduction de dimensionnalité, et des applications telles que les CNN pour la vision par ordinateur (CV) ainsi que les RNN, LSTM et GRU pour le traitement automatique du langage naturel (NLP). Le cours introduit également des outils NLP modernes, dont les Transformers de Hugging Face, et l'utilisation de modèles préentraînés et d'outils d'annotation en CV. Il se conclut par une introduction à l'IA générative, incluant les GANs, les modèles de diffusion, les mécanismes d'attention et les architectures de type Transformer. Toutes les solutions sont implémentées en Python à l'aide de bibliothèques standards telles que Scikit-learn, TensorFlow et Keras. Les aspects éthiques et sociétaux (tels que l'équité, les biais, la transparence, l'explicabilité et la confidentialité) sont également abordés pour mettre en lumière les impacts plus larges des technologies d'apprentissage automatique.

Prérequis : Statistiques (020STAES1)

020MLOES5 Machine Learning Operations 4 Cr.

Ce cours propose une exploration approfondie des principes de l'ingénierie logicielle, spécifiquement adaptés aux applications d'intelligence artificielle (IA). Il couvre l'ensemble du cycle de vie du développement logiciel (SDLC) des systèmes d'IA, incluant l'ingénierie des exigences, les patrons de conception pour les workflows d'apprentissage automatique, ainsi que l'architecture logicielle des systèmes intelligents. Une attention particulière est portée aux pratiques modernes de MLOps (Machine learning operations), telles que les pipelines automatisés d'entraînement et de déploiement, le suivi des modèles, l'évaluation des performances, la gestion des versions et du cycle de vie des modèles. Le cours aborde également le développement responsable de l'IA, en mettant l'accent sur l'équité, la réduction des biais et l'explicabilité, afin d'outiller les étudiants avec les méthodes nécessaires à la conception de solutions logicielles robustes, évolutives et éthiques basées sur l'IA.

Prérequis : Machine Learning (020MLRES4)

020MNGES5 Management 2 Cr.

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

020MENES1 Méthodes numériques 4 Cr.

Introduction au calcul numérique, analyse et propagation des erreurs, logiciels de calcul, interpolation et approximation, intégration et dérivation, résolution numérique des équations différentielles, méthode des différences finies, matrices, résolution des systèmes linéaires, décomposition matricielle, valeurs propres et vecteurs propres, systèmes d'équations non linéaires.

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 flux 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).		
020NLPES3	Natural Language Processing	4 Cr.
Ce cours de traitement automatique du langage naturel (TALN) offre une compréhension à la fois fondamentale et pratique des principales techniques de TALN, allant du traitement de texte et de l'extraction de caractéristiques aux approches modernes d'apprentissage automatique et d'apprentissage profond. Les étudiants exploreront les méthodes de base telles que la tokenisation, l'analyse de sentiments et la modélisation thématique, à l'aide d'outils comme NLTK et spaCy. Le cours aborde également des modèles avancés, notamment les RNN, LSTM et les Transformers tels que BERT et GPT, en mettant en évidence leurs applications concrètes. Grâce à des projets pratiques, les étudiants apprendront à concevoir et à évaluer des modèles de TALN, à comprendre les enjeux éthiques et à appliquer ces techniques dans divers secteurs, les préparant ainsi à des travaux avancés dans le traitement du langage basé sur l'IA.		
020NQLES3	NoSQL Databases	4 Cr.
Ce cours explore la technologie des bases de données NoSQL, utilisées dans des contextes où les bases de données relationnelles montrent leurs limites, notamment dans le domaine du Big Data, de l'analytique avancée et du stockage de données aux structures variées. Le cours commence par une révision des principes des bases de données relationnelles et de leurs limitations, puis examine en détail les différents types de bases de données NoSQL et leurs applications spécifiques. Les technologies abordées incluent les bases de données en colonnes, les bases de données orientées documents, les bases de données clé-valeur, les bases de données orientées graphes, ainsi que le calcul distribué. Des travaux pratiques sont prévus pour la plupart des bases de données étudiées.		
Prérequis : Bases de données relationnelles (020BDRES2)		
020OAIRES5	Optimization for AI	4 Cr.
Ce cours vise à fournir aux étudiants une base théorique et pratique solide en techniques d'optimisation mathématique, essentielles au développement et à l'amélioration des algorithmes d'apprentissage automatique et des applications en intelligence artificielle. Les étudiants apprendront à analyser et à implémenter des méthodes d'optimisation, notamment les algorithmes basés sur le gradient, les techniques de taux d'apprentissage adaptatif (par exemple Adam, RMSProp), la différentiation automatique et la rétropropagation, tout en abordant les défis critiques liés à l'entraînement tels que les gradients qui disparaissent ou explosent. Le cours couvre également les stratégies d'initialisation des réseaux de neurones, la réduction de dimensionnalité (ACP), l'estimation de densité et les machines à vecteurs de support (SVM), ainsi que les problèmes d'optimisation avec ou sans contraintes. À l'issue du cours, les étudiants seront en mesure d'appliquer ces techniques pour améliorer les performances des modèles et résoudre des problèmes complexes dans divers domaines de l'IA.		
Prérequis : Statistiques (020STAES1)		
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'attentes, les réseaux de files d'attentes, les stratégies d'ordonnancement, 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 Algèbre 3 (020AL3CI4)

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.

020PCBES5	Printed Circuit Board Design Fundamentals	4 Cr.
------------------	--	--------------

Ce cours introduit les fondamentaux de la conception de circuits imprimés (PCB), à l'aide d'un logiciel de CAO (Conception assistée par ordinateur) industriel. Les étudiants apprendront les concepts clés, les outils et les techniques utilisés dans la conception de PCB, notamment la saisie 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 parasites, le couplage, l'impédance contrôlée et la distribution de l'alimentation. Il comprend également un projet de réalisation d'un circuit complexe à l'aide du logiciel Proteus.

Prérequis : Électronique numérique (020ELNES2)

020CPPES1	Programmation orientée objets	6 Cr.
------------------	--------------------------------------	--------------

Ce cours introduit les bases de la programmation en C et C++, en mettant l'accent à la fois sur les paradigmes procédural et orienté objet. Les étudiants commenceront par la syntaxe du C/C++, incluant les déclarations typées de variables, les opérations d'entrée/sortie de base, les expressions, et les conversions de types implicites et explicites. Les structures de contrôle fondamentales seront abordées, telles que les branches conditionnelles, les boucles for et while, ainsi que la définition de fonctions, les prototypes, le passage de paramètres et la surcharge de fonctions. Le cours explore ensuite les tableaux, les chaînes de caractères, l'arithmétique des pointeurs, la gestion manuelle de la mémoire et la résolution des dépendances cycliques, y compris les copies profondes et les pointeurs intelligents (smart pointers). Les étudiants acquerront une compréhension solide de la programmation orientée objet, à travers les notions d'abstraction, d'encapsulation, d'héritage et de polymorphisme. L'implémentation pratique comprend la définition de classes, les constructeurs, les destructeurs, les méthodes, les attributs, les membres statiques, les modificateurs d'accès et la surcharge d'opérateurs. Le cours initie également aux pratiques modernes de développement logiciel avec l'environnement VS Code, la compilation avec CMake, et le contrôle de version avec Git et GitHub.

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 hétérogène et les GPU.

Prérequis : Programmation orientée objets (020CPPES1)

020PFEES6	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 chacun d'eux 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'ondes parallèles : ondes TE et TM. Guide d'ondes rectangulaires : modes, mode fondamental. Guides d'ondes cylindriques et diélectriques. 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, hexapoles, 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 (020EMENI3 ou 020EMECI3)

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.
------------------	---------------------------------------	--------------

Compréhension des services de sécurité utilisés dans la conception d'un réseau d'entreprise sécurisé. Filtrage de paquets et de contenus, zones de sécurité, techniques de prévention des intrusions, infrastructures à clés publiques (PKI), réseaux privés virtuels (VPN), contrôle d'accès au réseau, prévention des fuites de données, gestion des réseaux, gestion des événements et des informations de sécurité (SIEM), outils de centre opérationnel de sécurité (SOC), sécurité des réseaux définis par logiciel (SDN), principes de conception d'un réseau sécurisé. Études de cas sur la conception avancée de réseaux sécurisés, principes de dimensionnement des mécanismes et équipements de sécurité.

Prérequis : Routage et commutation (020RCOES2)

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. Elle est centrée 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)		
020SQAES4	Software Quality Assurance	4 Cr.
Ce cours propose une exploration approfondie des méthodologies, techniques et outils utilisés pour assurer la qualité et tester les systèmes logiciels. Il est conçu pour doter les étudiants des connaissances et des compétences pratiques nécessaires afin de garantir la fiabilité et la qualité des produits logiciels. Tout au long du cours, les étudiants aborderont les concepts clés de l'assurance qualité logicielle, apprendront différentes méthodes de test, et comprendront le rôle de l'ingénieur QA dans le cycle de développement logiciel. Le programme combine fondements théoriques et travaux pratiques, permettant aux étudiants d'appliquer les notions acquises dans des situations concrètes.		
020SSTES4	Space and Micro/Nano Satellite Technologies	4 Cr.
Mission de microsatellites/nanosatellites, conception et analyse des orbites, schéma des sous-systèmes, conception de la configuration des microsatellites/nanosatellites, détermination et analyse des performances du système, analyse de la fiabilité et de la sécurité, processus techniques de développement du satellite, détermination et contrôle du système d'attitude, conception du système électronique intégré du microsatellite/nanosatellite, architecture électronique intégrée et spécifications techniques associées, description du concept de tests des microsatellites/nanosatellites, types de stations au sol et logiciels associés, logiciel de suivi STK. Conception et implémentation (sur table) d'un nanosatellite de type CubeSat 1U à l'aide de composants et cartes électroniques commerciaux.		
Prérequis : Électronique analogique (020ELAES1), Mécanique 1 (020MC1NI1 ou 020MC1CI1)		
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.
<p>Ce cours offre une base rigoureuse en inférence statistique, dotant les étudiants des outils nécessaires pour prendre des décisions éclairées à partir de données. Il commence par une révision des variables aléatoires et des lois de probabilité, avant d'établir la distinction entre les statistiques descriptives et les statistiques inférentielles. Les étudiants exploreront les concepts clés des distributions d'échantillonnage et apprendront à construire et interpréter des intervalles de confiance pour les moyennes, les variances et les proportions. Le cours aborde ensuite les techniques d'estimation des paramètres, notamment la méthode des moments et l'estimation par maximum de vraisemblance. Dans la seconde partie, l'accent est mis sur la théorie et l'application des tests d'hypothèses statistiques pour différents types de paramètres et de lois. Les étudiants analyseront des situations concrètes impliquant des tests sur les moyennes, les variances, les proportions, l'indépendance et l'adéquation à une loi. Le cours se termine par une introduction à la régression linéaire et aux tests statistiques non paramétriques.</p> <p>Prérequis : Probabilités (020PRBNI4) ou Algèbre 3 (020AL3CI4)</p>		
<p>020SDAES3 Structures de données et algorithmes 4 Cr.</p> <p>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, maximisation, graphes (caractéristiques, structures), algorithmes sur les graphes (plus court chemin, connexité, arbre couvrant, etc.), problèmes d'ordonnancement, problèmes de flot (flot maximal, flot à coût minimal, etc.), problèmes de couplage, programmation dynamique, programmation linéaire (simplexe).</p>		
020SAMES4	Systèmes avancés à microcontrôleurs	4 Cr.
<p>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.</p> <p>Prérequis : Systèmes à microprocesseurs (020SMPES3)</p>		
020SMPES3	Systèmes à microprocesseurs	4 Cr.
<p>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.</p> <p>Prérequis : Techniques digitales (020TEDNI4 ou 020TEDCI4)</p>		
020SSEES4	Systèmes d'exploitation	4 Cr.
<p>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.</p>		
020SEMES3	Systèmes embarqués	4 Cr.
<p>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. Notions 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.</p> <p>Prérequis : Techniques digitales (020TEDNI4 ou 020TEDCI4), Informatique 1 (020IF1NI2 ou 020IF1CI2)</p>		

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 multiplexées 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 (020EMENI3 ou 020EMECI3)		
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'IoT. Chaîne IoT 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-IoT). Protocoles de routage (AODV, OLSR, RPL, LOADng). IPv6 dans l'IoT. Couche applicative (MQTT, XMPP, COAP). Systèmes d'exploitation des objets connectés. Travaux pratiques et déploiement d'une chaîne IoT 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 événement, 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 de projets, l'utilisation d'une bibliothèque numérique pour la manipulation des graphes, l'analyse des réseaux complexes, la programmation linéaire et 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 reconstitution, 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) ou Analyse 3 (020AN3CI4), Probabilités (020PRBNI4) ou Algèbre 3 (020AL3CI4)		

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)		
020VIRES5	Virologie informatique	4 Cr.
Introduction : Taxonomie des malwares et leurs capacités, historique des malwares – Rétro-ingénierie : outils, obfuscation, packers, techniques anti-debug, assembleur x86 et x64, analyse de code binaire – Débordements de mémoire tampon : vulnérabilités de corruption de mémoire, débordement de pile, attaque par chaîne de format, débordement d'entier, fuzzing, techniques d'exploitation et de mitigation, mécanismes de protection – Théorie des malwares : machine de Turing, problème de l'arrêt et décidabilité, démonstration d'Adleman sur l'indécidabilité de la présence d'un virus, expériences de Cohen sur la détectabilité et l'auto-obfuscation – Malwares autoréplicants : virus de script et de macro, virus de fichiers exécutables, virus système et rootkit – Antivirus : techniques antivirus, relais antivirus, techniques de protection, évaluation comparative et tests antivirus – SPAM : techniques courantes de SPAM et filtres anti-SPAM.		
020VRTES4	Virtualization	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.		
020WPES3	Web Programming	4 Cr.
Le cours commence par une introduction aux langages de base du développement web, à savoir HTML, CSS et JavaScript. Ces langages sont ensuite complétés par la présentation du framework web Twitter Bootstrap, permettant la création rapide de plusieurs pages web. Par la suite, le framework React ainsi que son architecture sous-jacente Flux sont expliqués. Une application monopage (SPA) en React est alors développée. À ce stade, la partie front-end est entièrement implémentée tandis que la partie back-end est encore simulée à l'aide d'un serveur JSON fictif (JSON-Server). Ce back-end simulé est ensuite remplacé par une API REST entièrement fonctionnelle, développée à l'aide de Node.js, du framework Express et de la base de données MongoDB. Cette API REST est testée avec Postman avant d'être intégrée à l'interface React, finalisant ainsi le développement d'une application web complète en pile MERN. Chaque composant de cette application MERN peut ensuite être déployé sur un fournisseur cloud tel que Heroku pour offrir des fonctionnalités de type Software as a Service (SaaS). Le cours présente ensuite Google Firebase, qui propose des fonctionnalités de type Backend as a Service (BaaS) permettant au développeur de se libérer de la mise en place du back-end. Enfin, une initiation à Angular est proposée comme alternative possible à React pour la création d'applications web d'entreprise en pile MEAN (MongoDB, Express, Angular et Node).		
020WRNES1	Work Ready Now	2 Cr.
Développement personnel – Compétences en communication – Techniques de recherche d'emploi – Comportements professionnels.		