

DIPLÔME D'INGÉNIEUR SPÉCIALITÉ GÉNIE INDUSTRIEL

Langue principale d'enseignement :

Français Anglais Arabe

Campus où le programme est proposé : CST

OBJECTIFS

Le programme de Génie Industriel a pour objectifs de former des étudiants aptes à :

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

COMPÉTENCES

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

EXIGENCES DU PROGRAMME

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

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

UE Formation générale de l'USJ (26 crédits)

10 crédits additionnels sont validés au département des classes préparatoires

Anglais (4 Cr.)

Anglais Niveau A (4 Cr.)

Arabe (4 Cr.)

Droit des affaires (2 Cr.)

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

La langue arabe et les médias (2 Cr.)

La langue arabe et les arts (2 Cr.)

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

Sciences humaines (4 Cr.)

Éthique et entreprise (4 Cr.)

Sciences sociales (6 Cr.)

Gestion de projets (4 Cr.)



Une UE optionnelle fermée à sélectionner entre :

Work Ready Now (2 Cr.)

Entrepreneurship (2 Cr.)

Techniques de communication (8 Cr.)

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

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

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

UE fondamentales

UE obligatoires (150 Cr.)

Anglais Niveau A (4 Cr.)

Automatique et systèmes de contrôle (6 Cr.)

Comptabilité (4 Cr.)

Droit des affaires (2 Cr.)

Électronique (6 Cr.)

Engineering Economics (6 Cr.)

Éthique et entreprise (4 Cr.)

Facteurs humains et ergonomie (6 Cr.)

Gestion de la qualité (6 Cr.)

Gestion de production (6 Cr.)

Gestion de projets (4 Cr.)

Gestion de stock (4 Cr.)

Industrial IoT (4 Cr.)

Innovation and Design Thinking (2 Cr.)

Management (4 Cr.)

Méthodologies et analyse (6 Cr.)

Planification et conception d'infrastructures (6 Cr.)

Planification d'expériences (6 Cr.)

Procédés de Fabrication Mécanique 1 (4 Cr.)

Recherche opérationnelle et optimisation (6 Cr.)

Simulation de systèmes (6 Cr.)

Statistiques (4 Cr.)

Structures mécaniques (6 Cr.)

Systèmes électriques (6 Cr.)

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

Usine numérique 1 (6 Cr.)

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

Un stage ouvrier recommandé de durée minimale de 4 semaines à la fin de sa troisième année d'études.


Un stage ingénieur obligatoire de 6 à 10 semaines à la fin de sa quatrième année d'études (2 Cr.).

Projet Multidisciplinaire (6 Cr.)

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

Projet de fin d'études (16 Cr.)

Le Projet de fin d'études est un projet réalisé par groupes de 2 à 4 étudiants visant à offrir une expérience pratique de conception en génie, dans le programme concerné, avec la supervision et l'approbation d'un encadrant de la faculté. Les étudiants doivent définir le projet, préciser ses objectifs, examiner l'état des connaissances, établir ses spécifications et sélectionner une méthode de conception. Dans ce projet, les étudiants doivent mettre en



œuvre les connaissances acquises dans leur formation académique et fournir un produit final qui a franchi les étapes de conception, de modélisation, d'analyse, d'essai et d'évaluation. Un rapport final et deux présentations orales constituent les principaux livrables du projet.

UE Optionnelles Fermées (26 Cr.)

Automobile (4 Cr.)
 Bases de données relationnelles (4 Cr.)
 Capteurs et instrumentation (4 Cr.)
 Chaîne de production et logistiques (4 Cr.)
 Cloud et transformation digitale (4 Cr.)
 Conception assistée par ordinateur (CAO) (4 Cr.)
 Conception de mécanismes (4 Cr.)
 Conception de systèmes mécatroniques (4 Cr.)
 Énergies renouvelables (4 Cr.)
 Entrepreneurship (2 Cr.)
 Installations électriques 1 (4 Cr.)
 Manufacturing systems (4 Cr.)
 Mécatronique et machines intelligentes (4 Cr.)
 Procédés industriels (4 Cr.)
 Procédés de fabrication mécanique 2 (4 Cr.)
 Programmation C++ (4 Cr.)
 Robotique (4 Cr.)
 Space and Micro/Nano Satellite Technologies (4 Cr.)
 Systèmes embarqués (4 Cr.)
 Usine numérique 2 (4 Cr.)
 Work Ready Now (2 Cr.)

UE Optionnelles Ouvertes (4 Cr.)

Une UE Optionnelle Ouverte – Langue et culture arabes (2 Cr.)
 Une UE Optionnelle Ouverte (2 Cr.)

PLAN D'ÉTUDES PROPOSÉ

Semestre 1

Code	Intitulé de l'UE	Crédits
020ELCES1	Électronique	6
020FHEES1	Facteurs humains et ergonomie	6
020MEAES1	Méthodologies et analyse	6
020STAES1	Statistiques	4
020STMES1	Structures mécaniques	6
020TCOES2	Techniques d'expression et de communication	2
	Optionnelle Fermée : Work Ready Now ou Entrepreneurship	2
	Total	32

Semestre 2

Code	Intitulé de l'UE	Crédits
020ENEES2	Engineering Economics	6
020GPRES2	Gestion de projets	4
020GEQES2	Gestion de la qualité	6
020IITES2	Industrial IoT	4

020INDES2	Innovation and Design Thinking	2
020PF1ES2	Procédés de Fabrication Mécanique 1	4
020SELES2	Systèmes électriques	6
	Optionnelle ouverte : Langue et culture arabes	2
	Total	34

Semestre 3

Code	Intitulé de l'UE	Crédits
020ASCES3	Automatique et systèmes de contrôle	6
020GEPES3	Gestion de production	6
020PCIES3	Planification et conception d'infrastructures	6
020UN1ES3	Usine numérique 1	6
	Optionnelle fermée	8
	Total	32

Semestre 4

Code	Intitulé de l'UE	Crédits
020ANGES4	Anglais	4
020ETHES3	Éthique et entreprise	4
020GSTES4	Gestion de stock	4
020PRMES4	Projet multidisciplinaire	6
020ROOES4	Recherche opérationnelle et optimisation	6
	Optionnelle ouverte	2
	Optionnelles fermées	8
	Total	34

Semestre 5

Code	Intitulé de l'UE	Crédits
020CMPES5	Comptabilité	4
020DROES5	Droit des affaires	2
020MNGES4	Management	4
020SSYES5	Simulation de systèmes	6
020STGES5	Stage en entreprise	2
020PEXES5	Planification d'expériences	6
	Optionnelles fermées	8
	Total	32

Semestre 6

Code	Intitulé de l'UE	Crédits
020PFEE6	Projet de fin d'études	16
	Total	16

DESCRIPTIFS DES UE

020ANGES4	Anglais	4 Cr.
Amener les étudiants à maîtriser l'anglais en vue de faciliter leur future insertion dans le milieu professionnel ; se référer à la section intitulée « Anglais » du programme.		
020ASCES3	Automatique et systèmes de contrôle	6 Cr.
<p>Ce cours couvre les concepts de base de l'automatique linéaire : I) Étude des systèmes linéaires du 1er et du 2nd ordre : réponses aux entrées usuelles (réponses indicielle, impulsionnelle, harmonique, etc.), propriétés (temps de réponse, erreurs statiques de position, de vitesse et d'accélération, pulsation de coupure, bande passante, dépassement, résonance, etc.), représentation fréquentielle (diagrammes de Bode, Nyquist et Black) - introduction aux notions de régulation et d'asservissement (boucle fermée, consigne, cahier des charges, etc.) - Etude de la stabilité et de la précision d'un système. II) Systèmes asservis : Principe et techniques de synthèse des correcteurs les plus utilisés dans l'industrie (régulateurs P, PI, PID, commandes à avance et à retard de phase, etc.) - Calcul analytique (méthode de compensation des pôles et des zéros), graphique (diagramme de Bode) et/ou pratique (méthode de Ziegler-Nichols, PID tuning, trial and error, etc.). III) Mise en œuvre et validation : simulations sur Matlab/Simulink.</p> <p>Ce cours couvre aussi les axes principaux de la commande de systèmes discrets : I) Modélisation : Structure, organes et fonctionnement d'un système de commande discret - Transformées en Z directe, inverse et modifiée - Fonction de transfert discrète - Echantillonnage asynchrone et multiple. II) Analyse et commande des systèmes discrets : Stabilité (asymptotique et BIBO) - Critères de stabilité (Jury et Nyquist) - Stabilité par transformation homographique (Routh et Nyquist) - Réponse indicielle et fréquentielle d'un système échantillonné - Théorème de Shannon - Performances (poursuite et rejet des perturbations et des bruits) - Robustesse (marges de gain et de phase) - Discrétisation des lois de commande analogiques - Conception de la commande : par le lieu d'Evans, par transformation homographique, par approximation pseudo-continue, par déduction (Algorithme de Kalman).</p> <p>Prérequis : Électronique (020ELCES1).</p>		
020AUTES3	Automobile	4 Cr.
<p>Embrayage - Boîtes de vitesse manuelles et automatiques - Convertisseur de couple - Transfert 4x4 - Joints homocinétiques - Transmission - Différentiel - Suspension - Géométrie des roues - Boîte de direction - Systèmes de freinage.</p> <p>Prérequis : Systèmes mécaniques (020SMEES1).</p>		
020BDRES2	Bases de données relationnelles	4 Cr.
<p>Introduction aux bases de données. Le modèle relationnel. Algèbre relationnelle. Les dépendances fonctionnelles. Les formes normales. Théorie de construction d'une base de données relationnelle. Dictionnaire de données, SQL (LDD, LMD), PL/SQL, procédures et fonctions stockées, vues, triggers. Transactions, concurrence, verrouillage optimiste (optimistic locking) et validation en deux phases (two.phase commit) . Introduction aux bases de données non-relationnelles.</p>		
020CEIES3	Capteurs et instrumentation	4 Cr.
<p>Généralités : principes fondamentaux, corps d'épreuve, grandeurs d'influence, caractéristiques métrologiques (erreurs, sensibilité, rapidité). Conditionneurs de capteurs passifs : montage potentiométrique, pont de Wheatstone, oscillateurs. Conditionneur du signal : analyse spectrale, chaîne de mesure, adaptation, linéarisation, amplification, réduction de la tension de mode commun, détection de l'information des signaux modulés en amplitude ou en fréquence. Capteurs optiques : propriétés de la lumière, cellule photoconductrice, photodiode, phototransistor. Capteurs de température : thermométrie par résistance, thermométrie par diode et transistor, thermométrie par thermocouple. Capteurs tachymétriques : généralités, tachymètre à courant continu, tachymètres à courant alternatif, tachymètre à réluctance variable, tachymètre optique. Capteurs de position et de déplacement : potentiomètre résistif, capteurs inductifs, microsyn, capteurs capacitifs, montages de mesure, capteurs digitaux, codeurs absolus, générateur incrémental optique. Capteurs de force, pesage et couple : Capteurs piézoélectriques, capteurs à magnétostriction.</p> <p>Prérequis : Électrotechnique (020ETCES1), Électronique numérique (020ELNES2) ou Électronique (020ELCES1).</p>		

020CPLES4	Chaîne de production et logistiques	4 Cr.
------------------	--	--------------

Ce cours traite introduit à l'étude globale d'une chaîne de production optimale, en prenant en compte les facteurs techniques, temporels, humains et logistiques.

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

Devops - Continuous Integration - Continuous Deployment - Continuous Delivery - Containers - Docker - Amazon Web Services, AWS, Microsoft Azure - IBM Bluemix - Vmware Cloud Air - Smart Home - Quantified Self - Connected Car - Digital Health - Watson.

020CMPE55	Comptabilité	4 Cr.
------------------	---------------------	--------------

Comptabilité générale : introduction, comptes du bilan et plan comptable général, les comptes en Te, le compte de résultat, le budget et les amortissements. Comptabilité analytique : répartition des charges, définition des charges fixes, définition des charges variables, le point mort, analyse des documents de synthèse, répartition des charges totales en charges fixes et charges variables, analyse des charges, introduction du ROI, analyse des écarts - Les évolutions récentes de la comptabilité analytique et du contrôle de gestion, la moindre importance de la main d'œuvre directe, et l'envolée des charges indirectes.

020CAOES2	Conception assistée par ordinateur (CAO)	4 Cr.
------------------	---	--------------

Ce cours porte sur l'application de techniques numériques à la résolution de divers problèmes d'ingénierie mécanique impliquant des systèmes d'équations d'algèbre linéaire ou non linéaire, des systèmes d'équations différentielles avec des conditions aux limites, des systèmes d'équations différentielles ordinaires et partielles de types parabolique, elliptique et hyperbolique. Les applications d'ingénierie sont introduites à travers un certain nombre de problèmes d'étude de cas. Les logiciels utilisés sont par exemple REVET, SolidWorks, ANSYS, etc.

020CPMES3	Conception de mécanismes	4 Cr.
------------------	---------------------------------	--------------

Ce cours porte sur la synthèse graphique et analytique de mécanismes de liaison à une ou plusieurs boucles pour la génération de mouvements, de trajectoires et génération de fonctions à partir de 2-3-4 et 5 positions de précisions ; synthèse optimale des mécanismes de liaison ; synthèse des mécanismes suiveurs de came ; synthèse des trains d'engrenages.

Prérequis : Systèmes mécaniques (020SMEES1).

020CSMES4	Conception de systèmes mécatroniques	4 Cr.
------------------	---	--------------

Ce cours traite les systèmes mécatroniques : analyses de données, systèmes de numérotation, architecture du microcontrôleur, programmation en langage assembleur, conversion A/N et N/A, fonctionnement par signal d'horloge programmable E/S parallèles, interface de capteurs et d'actionneurs, Arduino, Raspberry applications, un projet d'équipe sur la conception et la mise en œuvre d'un système mécatronique.

Prérequis : Capteurs et instrumentations (020CEIES3).

020DROES5	Droit des affaires	2 Cr.
------------------	---------------------------	--------------

Introduction au droit, règles et sanctions. Les droits subjectifs. Le procès, première instance, voies de recours (en matière civile et commerciale). Droit commercial : Les actes de commerce, les commerçants, le fonds de commerce. Les sociétés commerciales. Cadre juridique de l'environnement légal de l'entreprise. Principaux outils de paiement et de crédit. Garanties données et reçues par l'entreprise.

020ELCES1	Electronique	6 Cr.
------------------	---------------------	--------------

Ce cours introduit les bases de l'électronique et des circuits électroniques aux étudiants du programme génie mécanique. Ses objectifs sont de fournir un traitement concis des concepts de base des composants électroniques et de présenter aux étudiants les circuits de base analogiques et numériques. Le cours couvre les bases des diodes, semi-conductrices, transistors, amplificateurs opérationnels et leurs applications, des circuits et systèmes numériques et de l'instrumentation de base. Le cours initie à l'utilisation des cartes ARDUINO, fonctionnalités de la carte, programmation de base, input/output pins.

De travaux pratiques permettent aux étudiants de tester les structures analogiques, numériques et la carte ARDUINO.

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

020ERNES5	Energies renouvelables	4 Cr.
------------------	-------------------------------	--------------

Energies primaires et énergies renouvelables. Énergie et environnement. Conversion de l'énergie hydraulique en énergie électrique. Turbines Pelton, Francis et Kaplan. Dimensionnement d'une turbine hydraulique et évaluation des coûts d'une installation. Principe de fonctionnement d'une turbine éolienne. Conversion de l'énergie du vent en énergie électrique. Distribution de Weibul. Dimensionnement d'une éolienne et évaluation des coûts d'une installation éolienne. Principes fondamentaux de la conversion de l'énergie photovoltaïque. Spectre solaire, effet de la géométrie, atténuation atmosphérique. Principales technologies de membranes (amorphe, mono et poly cristallin), rendement. Types d'installation électrique (autonome, connectée au réseau). Évaluation des rendements et des pertes d'une installation PV. Étude économique d'une installation photovoltaïque. Différentes technologies de panneaux solaires, leur mode de fonctionnement et leur efficacité et rendement. Biomasse et environnement. Voies de valorisation énergétique de la biomasse : chimique (hydrolyse, liquéfaction, pyrolyse, gazéification), thermochimique (méthanisation, et biologique (composte). Systèmes d'application de la biomasse pour la production de l'électricité et/ou de la chaleur. Différents types d'énergie géothermique. Dimensionnement des installations géothermique et calcul de leur performances et rendement. Stockage d'énergie et de chaleur. Les piles à combustibles, les super condensateurs, l'air comprimé, les volants d'inerties, les batteries chimiques, les stockages hydrauliques. Principe de fonctionnement. Technologies existantes. Efficacité et rendement.

020ENEES2	Engineering Economics	6 Cr.
------------------	------------------------------	--------------

Analysis of engineering costs and capital investments. Applications of classical optimization, mathematical programming, and the theory of production to the analysis of investment proposals. Evaluation and selection of individual projects and formulation of capital investment programs.

Prérequis : Analyse 2 (020AN2NI4 ou 020AN2CI3), Algèbre linéaire (020ALNNI2) ou Algèbre 1 (020AL1CI2).

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

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

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

Ce cours est à caractère interactif dans l'ensemble. Il comprend une lecture et analyse de textes élémentaires, des moments de réflexion et de débat, une sensibilisation à l'état des lieux de la région, une étude de documents organisationnels internationaux authentiques, des jeux de rôle et des projets visant une analyse plus pragmatique.

020FHEES1	Facteurs humains et ergonomie	6 Cr.
------------------	--------------------------------------	--------------

This is an introductory course to the field of human factors engineering. Human factors experts draw from research in engineering, psychology, cognitive science, and organization science to solve problems and to invent designs to prevent or mitigate the harm from errors and accidents using technology.

Consideration of human characteristics in the requirement determination for the design of systems, organizations, facilities, processes, and products to enable human-centered designs which consider human abilities, limitations, and acceptance.

020GEQES2	Gestion de la qualité	6 Cr.
------------------	------------------------------	--------------

This course defines quality and reliability and provides key concepts of probability and statistics, sampling concepts, and data presentation tools. It covers various control charts for variables and attributes and discusses process capability, measurement system analysis, error propagation, and tolerance intervals. Acceptance sampling and

major concepts of experimental design are also covered. It introduces the reliability concepts, the evaluation of system reliability of series and parallel systems, K-of-N systems, and standby systems. Parameter estimation aspects for Weibull and Lognormal distributions and sampling procedures for reliability life testing are discussed.
Prérequis : Statistiques (020STAES1).

020GEPES3	Gestion de production	6 Cr.
------------------	------------------------------	--------------

The course is an introduction to production planning and control techniques and their application to designing integrated production systems. The main emphasis would be on the development and use of mathematical models used to analyze and improve the use of material, labor, and information flow, resource and capacity planning, and shop floor control and scheduling in production environments.

Prérequis : Méthodologies et analyse (020MEAES1).

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

Les principes de base et les fondamentaux de la gestion de projet : Attributs du projet, facteur critique de succès, des opérations contre les normes, les contraintes, les avantages, les parties prenantes du projet, les prestations de gestion de projet. Le cadre de gestion de projet, le contexte : les opérations Vs Projets, programmes, et la gestion de portefeuille. Présentation de PMI et le PMBOK comme un guide de la norme de gestion de projet. La valeur de certification PMP et CAPM et la méthode et cycle de préparation et les prérequis et l'info nécessaire. Le Life de vie du projet (PMLC), les phases domaines de connaissances, des activités et des livrables. La structure d'une organisation et son influence dans le projet - des cinq groupes de processus (5) constituant d'un projet et les différentes activités de PM et livrables créés dans chaque. Les zones de dix (10) de connaissances et les processus interagissent. Les aptitudes et les compétences qui rendent les gestionnaires de projet efficace. Initier et planifier un projet, exécuter, contrôler et fermer un projet. Les domaines de connaissances permettant l'application de PM processus- : leurs principaux « inputs et outputs » et les méthodes et technique clefs. Gestion de l'envergure, du temps, des coûts, des ressources humaines. Gestion des risques et de la qualité.

020GSTES3	Gestion de stock	4 Cr.
------------------	-------------------------	--------------

This course is an introduction to inventory control, detailed forecasting techniques focusing on exponential smoothing and moving average methods, deterministic lot sizing, safety stocks and reorder points, coordinated replenishments, correlation, regression.

Prérequis : Statistiques (020STAES1).

020IITES2	Industrial IoT	4 Cr.
------------------	-----------------------	--------------

Ce cours traite des notions suivantes : Introduction aux bases de données. Modèle de référence de l'IoT - Chaîne IoT de bout-en-bout. Contraintes et défis des objets connectés. Architecture matérielle d'un objet connecté - Introduction aux réseaux de données - Réseaux locaux sans-fil. Réseaux longue portée basse consommation LPWAN (LoRa, Sigfox, NB-IoT). Protocoles de routage - IPv6 dans l'IoT - Couche applicative - Systèmes d'exploitation des objets connectés. Travaux pratiques et déploiement d'une chaîne IoT de bout-en-bout.

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

In a rapid changing and complicated world with fast evolving products and business models, innovation has become a must for every professional especially in engineering. Innovation and Design Thinking focuses on the leader's role as an innovator and facilitator of innovation. This course allows students to develop basic skills in innovation and creative problem solving. Innovation can be applied to any discipline, and a special focus would be to search for innovative solutions for daily social problems. Innovation is a practical transformation of ideas to new products, services, processes, systems and social interactions. It creates new added values that satisfy interest groups and drive sustainable growth, improve the quality of living and promote a sustainable society. Innovation isn't only technology; it develops in all the economy and society dimensions. (EFQM framework for innovation). The term was created in the 1980s at Stanford to characterize the approach designers, architects or artists use to solve problems. The approach is user centered, focusing on their needs. Considering that the approach is based in the design world, it uses tools like look/ask/try and visual thinking to understand and communicate ideas. Even though innovation and design thinking have been related to product design, they can be applied to all kinds of problem solving including business modeling and processes.

020MNGES4	Management	2 Cr.
------------------	-------------------	--------------

The course aims at introducing the major functions of business and providing an overview on activities within organizations - The pre-organization: formulation, the legal entity, types of organizational structures, the vision and mission, STEP Analysis, SWOT Analysis, types of business strategies and the strategic gap model of Ansoff - The post-organization: The HR function, the accounting and finance function, the operation function, the marketing function - Formulating a business plan.

020MNSES5	Manufacturing Systems	4 Cr.
------------------	------------------------------	--------------

This course introduces basic manufacturing systems from design and operations perspectives. Deterministic models for single and parallel machines, flow shops and flexible shops are presented. Topics include: assembly lines, transfer lines, production scheduling and flexible manufacturing systems. Additional topics related to current manufacturing technology and problems are also covered in this course

Prérequis : Méthodologies et analyse (020MEAES1), Gestion de production (020GEPES3).

020MMIES5	Mécatronique et machines intelligentes	4 Cr.
------------------	---	--------------

Ce cours couvre la modélisation des capteurs, le bruit des capteurs et leurs fusions; les actionneurs; la modélisation de système et la simulation informatique automatisée; l'information, la perception, la reconnaissance, la planification et le contrôle; l'architecture, la conception et le développement de machines mécatroniques intelligentes. Ce cours traite en particulier des robots mobiles autonomes. Les sujets traités incluent la modélisation de capteurs, l'estimation de l'état du véhicule, la localisation basée sur la carte, le contrôle linéaire et non linéaire, ainsi que la localisation et la cartographie simultanées.

Prérequis : Automatique linéaire (020AULES2).

020MEAES1	Méthodologies et analyse	6 Cr.
------------------	---------------------------------	--------------

This course is designed to teach the concepts of work and man-machine interface, analysis, design and measurement of work, method study, and recording at different levels, process analysis and improvement, applications in design/modification. The course highlights the operation analysis, manual work design, time study, predetermined time systems, job analysis, work environment design and design of cognitive work.

Prérequis : Analyse 2 (020AN2NI4 ou 020AN2CI3).

020PEXES5	Planification d'expériences	6 Cr.
------------------	------------------------------------	--------------

This course teaches the application of statistics to reach an optimal process performance, using ANOVA and factorial design. The study of levels and factors leading to better system outcome. This course also provides knowledge and skills in industrial software systems management, i.e., the planning, procurement, development and integration of software systems in an industrial engineering context. It introduces students to data manipulation using Spreadsheet like Excel and data investigation like Access. The course also considers the underlying industrial processes. It prepares students both for technology-intensive professions, e.g. system development (ERD software drawing will be used like Visio), and project management softwares like MS Project, within organizations supplying or acquiring industrial information and control systems.

Prérequis : Statistiques (020STAES1).

020PCIES3	Planification et conception d'infrastructures	6 Cr.
------------------	--	--------------

This course introduces to topics such as analysis and design of work space and flow, facility planning, location and layout, flow analysis and activity relationship, capacity and space requirements, material handling systems, material flow, and physical distribution, storage and warehousing.

Corequis : Gestion de production (020GEPES3).

020PF1ES3	Procédés de fabrication mécanique 1	4 Cr.
------------------	--	--------------

Ce cours permet d'introduire l'étudiant à la production industrielle de pièces mécaniques. Il couvre les procédés traditionnels de mise en forme par enlèvement de matière par outil coupant à savoir l'usinage, via l'étude de la coupe droite (phénomènes physiques, paramètres, modèle de Taylor, efforts, puissance consommée), puis expose les principales opérations (tournage, fraisage 3 à 5 axes, perçage), les outils associés (caractéristiques,

matériaux et angles associés), les machines d'usinage traditionnelles, les centres d'usinage à commande numérique (CNC), gammes d'usinage et code ISO (Gcode), fabrication assistée par ordinateur (FAO) à partir du dessin assisté par ordinateur (DAO). Le cours aborde également les procédés de mise en forme moins non traditionnels (électroérosion, découpage thermique, découpe au fil, découpage au jet d'eau, pliage, etc.) ainsi que les procédés d'assemblage comme le soudage, le brasage, le fretage. Le cours met l'accent sur les capacités et les limites des processus, le coût relatif et les directives de sélection des processus. La notion de conception simultanée est introduite.

Ce cours comprend des travaux pratiques en atelier portant sur le soudage et l'usinage sur machines conventionnelles puis sur machines à commandes numériques (mise en place d'une gamme d'usinage depuis la DAO à la fabrication FAO).

Prérequis : Dessin industriel (020DISN14 ou 020DISI4).

020PF2ES4	Procédés de fabrication mécanique 2	4 Cr.
------------------	--	--------------

Cours sur les traitements thermiques, la déformation, le changement de phase et le traitement de la solidification des particules métalliques ; traitement de fabrication de matériaux d'ingénierie non métalliques tels que la céramique, les polymères et les composites ; accent mis sur les capacités et les limites des processus, les coûts relatifs et les directives de sélection des processus ; le comportement des matériaux dans les conditions de traitement ; les directives de fabrication.

Prérequis : Procédés de fabrication mécanique 1 (020PF1ES3).

020PRNES4	Procédés industriels	4 Cr.
------------------	-----------------------------	--------------

Programmable Logic Controllers (PLC) - Distributed Control Systems (DCS) - Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA) - Human Machine Interface (HMI) - Remote Terminal Unit (RTU) - Fieldbus (MODBUS, PROFIBUS, PROFINET, HART) - CPU memory (executive, system, data, program) - Memory types (RAM, ROM, EPROM, EEPROM) - Data type (input, output, digital, analog) - SCADA architecture (field level, automation level, management level) - Intelligent Electronic Devices (IED) - Communication (message, sender, receiver, master, slave, serial, parallel) - Transmission (simplex, duplex, point to point, multipoint, guided, unguided) - Topology (mesh, star, bus, ring, hybrid) - Transmission media (twisted pair, coaxial, patch cable, crossover cable, fiber optic) - Data coding - Operational Block (OB) - Function (FC) - Function Block (FB) - DataBlock (DB) - Scan cycle - Interrupt - MODBUS data types (discrete input, coil, input register, holding register).

020PCPES2	Programmation C++	4 Cr.
------------------	--------------------------	--------------

Structure d'un programme C++ (déclaration, instructions, littéraux, opérateurs), instructions de contrôle (instructions conditionnelles et boucles), fonctions, tableaux, structures. Programmation orientée objets~ : Classes et objets, construction, encapsulation, héritage, fonctions virtuelles, classes abstraites et polymorphisme, surcharge des opérateurs, gestion des exceptions, les fichiers, programmation générique avec les templates, la Standard Templates Library (STL), interfaces graphiques avec Qt.

020PFES6	Projet de fin d'études	16 Cr.
-----------------	-------------------------------	---------------

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

Prérequis : Avoir validé 150 crédits.

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

Ce projet réunit des étudiants de différents programmes et/ou options où chaque étudiant participe à la réalisation d'une tâche en relation avec son domaine. Il vise à offrir une expérience pratique de conception, renforce leur esprit critique et développe leurs capacités de communication et de collaboration. Dans ce projet, les étudiants doivent mettre en œuvre les connaissances acquises dans leur formation académique et fournir un produit final

qui a franchi les étapes de conception, de modélisation, d'analyse, d'essai et d'évaluation. Un rapport final et une présentation orale constituent les principaux livrables du projet.

020ROES4	Recherche opérationnelle et optimisation	6 Cr.
-----------------	---	--------------

This course teaches how to formulate, analyze and solve mathematical models that represent real-world problems in linear programs, networks flows, and integer programs, Markov chains, Poisson processes, and their application to queueing systems.

Prérequis : Gestion de production (020GEPES3).

020ROBES5	Robotique	4 Cr.
------------------	------------------	--------------

Ce cours introduit aux étudiants les concepts de la robotique appliqués principalement aux bras de robot. Ces concepts comprennent la modélisation de la cinématique et de la dynamique, la génération de trajectoires dans les espaces cartésiens, l'analyse de stabilité, la commande linéaire et non linéaire, ainsi qu'une vue d'ensemble de certains algorithmes adaptatifs.

020SSYES5	Simulation de systèmes	6 Cr.
------------------	-------------------------------	--------------

This is an introductory course to modeling techniques and simulation. It introduces solutions to industrial and service system problems and challenges using process simulation to enhance organizational performance in an increasingly complex, turbulent, and uncertain industrial environment. This course uses discrete-event simulation, random number generation and testing, and the design of simulation experiments as tools to model the behavior of industrial systems for process analysis and process improvement. It is coupled with a hands-on lab that introduces modeling concepts of a modern simulation language.

Prérequis : Statistiques (020STAES1).

020SSTES4	Space and Micro/Nano Satellite Technologies	4 Cr.
------------------	--	--------------

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

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

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

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

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

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

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

020STMES1	Structures mécaniques	6 Cr.
------------------	------------------------------	--------------

Ce cours introduit à la modélisation et la résolution de problèmes portant sur les mécanismes constitués de solides indéformables : liaisons mécaniques normalisées et torseurs d'action et cinématiques associés, schéma cinématique, analyse du fonctionnement, détermination des équations de mouvement, calcul des efforts appliqués aux pièces et des énergies mécaniques fournies et dissipées. Chaînes de liaisons : liaisons en série et en parallèle, et degrés de mobilité.

Ce cours introduit aussi au dimensionnement des éléments courants des machines en vue du choix de composants ou de leur fabrication sur mesure : éléments d'assemblage (ressorts, joints de soudure, vis /boulons, rivets), de guidage (paliers, roulements) et de transmission de puissance mécanique (clavettes et manchons coniques d'accouplement d'arbres, chaînes, courroies synchrones et asynchrones).

Les phénomènes agissant au cœur d'un solide déformable soumis à un système d'actions extérieures sont introduites dans ce cours : hypothèses fondamentales de la théorie des poutres et de l'élasticité, caractéristiques géométriques des sections, types de contraintes, loi de HOOKE généralisée, sollicitations axiales (contraintes mécaniques, contraintes thermiques, déformations).

Des travaux pratiques (démontage, modélisation, remontage, calculs) sur des mécanismes simples permettront à l'étudiant de se familiariser avec la mécanique appliquée, et renforcer sa vision de la cinématique dans l'espace.

Prérequis : Dessin industriel (020DISNI4 ou 020DISCI4), Mécanique 2 (020MC2CI3 ou 020MC2NI3).

020SELES2	Systèmes électriques	6 Cr.
------------------	-----------------------------	--------------

Ce cours aborde les notions suivantes : Principes de conversion de l'énergie. Matériaux et circuits magnétiques. Régimes triphasés équilibré et déséquilibré. Constitution, modélisation, mise en équation et caractéristiques externes en régime permanent de la machine à courant continu. Notion de champ tournant. Constitution, schémas équivalents et caractéristiques externes en régime permanent de la machine asynchrone et de la machine synchrone.

Ce cours introduit aussi à l'électronique de puissance : aspect énergétique des signaux temporaux - Interrupteurs de puissance (diodes, thyristors, triacs, transistor bipolaire, MOSFET, IGBT, GTO,...) : caractéristiques, fonctionnement en commutation, circuit de commande, critères de choix, protections, introduction aux convertisseurs de puissance de type AC-DC, DC-AC, DC-DC, AC-AC, redresseurs assistés par le réseau alternatif de type monophasé à quatre thyristors et triphasé à six thyristors : formes d'ondes, grandeurs caractéristiques, aspect énergétique. Autres topologies : aspect énergétique, avantages/inconvénients.

Prérequis : Electromagnétisme (020EMENI3 ou 020EMECI3), Systèmes et réseaux électriques linéaires (020SRLNI4 ou 020SRLCI4).

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

Systèmes embarqués : Introduction, motivation et applications. Types de systèmes embarqués – Niveau d'intégration et de mise en œuvre. Types de variables. Formats de variables à virgule fixe et virgule flottante. Schématisques 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.


Prérequis : Techniques digitales (020TEDNI4 ou 020TEDCI4), Informatique 1 (020IF1NI2 ou 020IF1CI2).

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.

020UNIES3	Usine numérique 1	6 Cr.
------------------	--------------------------	--------------

Ce cours constitue une étude des agents intelligents : résolution de problèmes, algorithmes de recherches en longueur et en largeur, programmation des jeux : minimax, exptimax, savoir et raisonnement, planification,



apprentissage, traitement du langage naturel, vision, robotique, les mécanismes d'inférence, les réseaux de Bayes, les processus de markov, le « Reinforcement learning » et leurs algorithmes : TD et Q.

Ce cours comporte aussi une introduction au Machine Learning supervisé et non-supervisé : Decision trees, réseaux de neurones, support vector machines, K-NN et EM. Implémentation de différents algorithmes en utilisant python avec tensorflow et keras.

Ce cours comporte les notions de bases du cours Théories des graphes et recherche opérationnelle.

Prérequis : Informatique 2 (020IF2NI3 ou 020IF2CI3).

020UN2ES4	Usine numérique 2	4 Cr.
------------------	--------------------------	--------------

Ce cours introduit aux logiciels industriels utilisés et aux systèmes d'Information permettant d'organiser les entreprises.

Prérequis : Usine numérique 1 (020UN1ES3)

020WRNES1	Work Ready Now	2 Cr.
------------------	-----------------------	--------------

Personal development - Communication skills - Job seeking skills - Work behaviors.

