

**Structure du programme et liste des cours****Passage intégré à la maîtrise - régulier****(Cheminement: 5)**

À moins d'indication contraire, un cours comporte trois (3) crédits

**Cours obligatoires (108 crédits)**

L'étudiant doit suivre les cours suivants (108 crédits) :

**CTB1064 - Comptabilité de management pour gestionnaires**

Définir la comptabilité de management et la situer par rapport à la comptabilité financière. Faire connaître les éléments de base du coût de revient, de la planification et du contrôle. Initier l'étudiant à la prise de décision, ainsi qu'aux structures et processus du contrôle de gestion.

Introduction à la comptabilité de management. Introduction au comportement des coûts et analyse coût-volume-bénéfice. Planification et contrôle des coûts de production. Introduction au prix de revient, à la fabrication par commande, ainsi qu'aux prix de revient en fabrication uniforme et continue. Éléments pertinents à la prise de décision. L'établissement des prix et la combinaison de produits. Budgets pour fins de planification. Budgets pour fins de contrôle. Initiation au contrôle financier, à la décentralisation et aux prix de cession interne.

**GEI1085 - Outils pour la mécatronique**

Initiation aux systèmes électromécaniques possédant des composants électriques/électroniques : méthodes et outils de calcul des circuits électriques appliqués aux systèmes mécaniques. Introduction à l'analyse des modules de transfert d'énergie électrique dans les systèmes électromécaniques avec les composants semi-conducteurs. Introduction aux éléments d'interfaçage avec un automate programmable : photodiodes, phototransistors, optocoupleurs. Analyse des besoins de systèmes de transfert d'énergie pour les systèmes électromécaniques: décodage de plaques signalétiques de batteries, moteurs électriques, actionneurs pneumatiques et hydrauliques.

**GIA1042 - Simulation de systèmes industriels I**

Acquisition des connaissances et aptitudes nécessaires à la réalisation d'expériences de simulation sur ordinateur de composantes des systèmes de production. Apprentissage de langages spécialisés.

Éléments de base de la simulation : notions de systèmes et de modèles, technique de Monte-Carlo, génération d'aléas, d'événements; registres de statistiques obtenues de la simulation; mécanismes de contrôle du temps. Expérience de simulation : définition du problème, frontière du système, modélisation, collecte des données, validation du modèle, simulation, analyse des résultats. Relation coût-bénéfice dans le design expérimental. Exemples en production. Langages de simulation spécialisée : le logiciel ARENA est utilisé pour la modélisation et l'animation des systèmes. De plus, un autre logiciel de simulation est présenté à des fins de comparaison.

**GIA1047 - Analyse de rentabilité de projets I**

Situer les principaux éléments du contexte économique et financier de l'entreprise. Montrer les principales techniques de comparaison et d'analyse de rentabilité de projets d'ingénierie.

Le contexte économique et financier : le capital, le rendement du capital, les sources de financement, les éléments du coût d'un produit, l'amortissement, le profit, l'analyse du point mort. L'équivalence temps-argent : le concept, le flux monétaire d'un projet, cas de transformations

de flux monétaire. Méthodes d'analyse de rentabilité de projets : estimation des paramètres, dépréciation économique et valeur résiduelle, méthodes basées sur une valeur équivalente, méthodes du taux de rendement, période de recouvrement, analyse de sensibilité, choix entre plusieurs projets, projets différés, projets de vies différentes, projets liés, projets indépendants. L'analyse de rentabilité après impôt : notions d'impôt des corporations, détermination du flux monétaire après impôt, analyse de rentabilité après impôt. Utilisation de logiciels spécialisés sur micro-ordinateur. Les études de remplacement d'équipement : facteurs à considérer, cycle de vie économique, considérations fiscales, problèmes types de remplacement.

### **GIA1051 - Ergonomie**

Les objectifs principaux de ce cours sont de montrer à l'étudiant les concepts fondamentaux de la science du travail et le familiariser avec les principales techniques prototypes et modernes de mesure de paramètres physiologiques et de l'environnement.

Définition de l'ergonomie, types d'ergonomie. Le travail musculaire : ses types statique et dynamique. Métabolisme : aérobie et anaérobie. Consommation d'énergie : limites, normes, âge, sexe. Performance : normale, périodes de repos. Le travail mental : traitement de l'information, surcharge mentale. Le climat : échelles climatiques. La chaleur : effet de la chaleur sur le travail, mesure de sécurité. Adaptation physiologique. Bruit, éclairage, travail, production. Autres appareils sensoriels : le goût, la peau. Présentation de l'information : indicateurs qualitatifs et quantitatifs. Le stéréotype mental universel. Types de commandes. Inspection vigilante. La vibration : critères d'exposition; limites d'exposition. La fatigue au travail : méthodes de mesures, motivation. Horaire de travail : le travail de quart, périodes de repos. Le rythme circadien : la productivité de l'homme. Laboratoire. Projet industriel.

### **GIA1052 - Systèmes d'assurance de la qualité I**

Les objectifs du cours sont de familiariser l'étudiant avec les concepts de base du contrôle et de l'assurance qualité dans l'organisation de l'entreprise ainsi qu'avec les concepts et techniques d'identification et de solution de problèmes de la qualité.

Définition de la qualité : qualité de conception, qualité de conformité, qualité de services. Définition du contrôle, assurance et gestion de la qualité. L'organisation de la fonction qualité. Problème de conception affectant la qualité : les tolérances statistiques et industrialisation. Le contrôle de conformité : le contrôle statistique de réception : par attributs, par mesures, échantillonnage simple, double, multiple et progressif. Tables standards Mil. 105D. Le contrôle statistique de fabrication : par attributs, par mesures, par démérites (cartes de contrôle X, R, p, u, c, etc.). L'inspection finale et procédures d'inspection des expéditions. Fiabilité et qualité : fiabilité des composantes et des systèmes. Procédure de prévision et calcul de la fiabilité d'un système. Les coûts de la non-qualité. Détermination de plan de qualité globale. Utilisation et développement de logiciels de contrôle et d'assurance de la qualité.

### **GIA1055 - Méthodes et mesures de travail**

Les objectifs principaux de ce cours sont de montrer aux étudiants les principes fondamentaux de l'étude de mouvements et des temps ainsi que les approches modernes et pratiques de l'étude du travail.

Définition et domaines d'application de l'étude des mouvements et de temps. Conception des méthodes de travail : analyse de processus. Feuille d'activité : graphique homme-machine, mouvements fondamentaux des mains et ses emplois. Principes d'économie des mouvements relatifs : au corps humain; au poste de travail; dans la conception d'équipements. L'étude de temps : équipement nécessaire; détermination du jugement d'allure; coefficient de repos. Systèmes de standardisation de temps et de mouvements : Work Factor MTM. Le système de mesure de travail : le système MOST. La mesure de travail par sondage. Limites d'emploi utile d'étude des mouvements et des temps. Laboratoires.

### **GIA1058 - Sécurité et hygiène industrielles**

Les objectifs principaux de ce cours sont d'initier les étudiants:

- aux différents facteurs reliés à la sécurité et hygiène industrielles ainsi qu'aux principes et techniques de base du contrôle de l'environnement des travailleurs;
- aux notions fondamentales nécessaires à la compréhension des mécanismes intervenant dans le domaine de la pollution industrielle ainsi qu'aux concepts de protection de l'environnement.

Généralités : aspects légaux et réglementaires de la sécurité et de l'hygiène industrielles. Définitions des différents organismes. Sécurité :

définitions et statistiques relatives à la sécurité; concepts d'accident. Organisation d'un programme de prévention; comité de santé, sécurité; formation-information; système de registres. Inspections, enquêtes et analyse d'accidents, analyse sécuritaire de tâches. Sécurité en atelier; équipement de protection; prévention des incendies. Hygiène : bruit industriel, contrainte thermique et contrôle. Principes de ventilation industrielle. Les contaminants chimiques : toxicologie, valeurs limites admissibles, échantillonnage et contrôle. Techniques de contrôle des émissions atmosphériques, liquides et solides.

### **GIA1060 - Gestion de projets**

Approfondissement des concepts, méthodologies et techniques de planification, gestion et contrôle de projets industriels. Faisabilité technique et économique d'un projet. Sélection de projets. Conception de réseau d'activités. Modèles mathématiques et systèmes assistés par ordinateur associés à la gestion de projets.

### **GIA1066 - Aménagement d'usines et manutention**

Connaître les principaux concepts et méthodologies d'aménagement d'usines et de conception de systèmes de manutention. Se familiariser avec l'utilisation des méthodes assistées par ordinateur de planification d'installations.

Définition des exigences : planification stratégique d'installations, design de produit, de procédé et de calendrier de production, relations interactives et exigences spatiales. Concepts et techniques de développement d'alternatives : manutention, aménagement, aménagement assisté par ordinateur. Développement d'alternatives par fonctions : réception et expédition, stockage et entreposage, fabrication, planification de bureaux, services d'installations, industries tertiaires. Approches quantitatives de développement d'alternatives : modèles déterministes et probabilistes de localisation, d'aménagement d'usines et d'entrepôts, de design de convoyeurs et d'opérations de stockage.

Note : pour s'inscrire à ce cours, l'étudiant doit avoir réussi 75 crédits du programme.

### **GIA1067 - Conception en production**

Développer chez l'étudiant l'aptitude à définir et à mener à bien un projet de conception relié aux systèmes de production. Développer l'aptitude à effectuer des lectures personnelles sur un sujet technique précis, à en faire une synthèse et à en présenter les résultats à un groupe.

Conception : le processus de conception en ingénierie : étapes, facteurs d'importance. L'approche systémique pour la conception. Conception de nouveaux produits : techniques d'innovation, critères de performance, fiabilité, maintenabilité, apparence. L'ingénierie simultanée. Propriété intellectuelle. Gestion d'un projet de conception : études de pré-faisabilité, analyses technique et financière. Projet de conception d'un système de production intermittent : choix des moyens de production, de manutention et d'entreposage; conception du système de gestion de la production; détermination du prix de revient. Validation par simulation sur ordinateur. Présentation orale des résultats. Visite d'une usine oeuvrant dans le même secteur industriel. Synthèse bibliographique : recherche bibliographique sur un sujet précis en gestion de production, rédaction d'un rapport synthèse et présentation orale; rapport en classe sur la présentation. Introduction au travail de l'ingénieur industriel en environnement PME : les PME manufacturières et leurs caractéristiques de fonctionnement. Les rôles, fonctions et activités normalement dévolus à l'ingénieur industriel en PME manufacturières.

Note : pour s'inscrire à ce cours, l'étudiant doit avoir réussi 85 crédits du programme.

### **GIA1068 - Gestion manufacturière assistée par ordinateur**

Distinguer les éléments constitutifs des principaux types de logiciels-approches utilisés pour la gestion de production et comprendre leurs fonctions. Développer des aptitudes à concevoir et à implanter un système informatisé de gestion de production ou l'un de ses sous-systèmes. Connaître les principes de base en gestion de maintenance.

Systèmes d'information de gestion (SIG) : concept d'information-prise de décision, modélisation des flux informationnels, structure des SIG, base de données et traitement (conception) d'un SIG. L'échange de données informatiques (EDI). MRP II : structure et fonctions d'un progiciel MRP II, base de données, interface, rapports. Apprentissage d'un logiciel commercial. Ordonnancement et logiciels d'ordonnancement. L'approche OPT en ordonnancement. JAT : concept du juste-à-temps. Éléments organisationnels et physiques du JAT. Flux tirés et flux tendus. Utilisation de Kanbans. Projet d'implantation du JAT. La technique SMED. Gestion de maintenance : fonctions, logistique, implantation. Gestion de maintenance assistée par ordinateur : structure et fonctions d'un progiciel de gestion de maintenance, base de données, interface, rapports. Étude d'un progiciel commercial. Conception

et implantation d'un système de gestion de maintenance.

### **GIA1070 - Planification et ordonnancement de la production**

Connaître les principes et les procédures de base en analyse, planification et contrôle de systèmes de production à travers l'étude de méthodes quantitatives en planification et ordonnancement de production. Savoir appliquer la modélisation des systèmes de production. Savoir mettre en relief les diverses interactions entre les multiples fonctions et sous-systèmes de production. Savoir concevoir des cellules de production.

Plan directeur, planification des besoins matières; contrôle des activités de production. Modèles statiques et dynamiques, uni-échelon et multi-échelon, d'optimisation de planification de production. Modèles d'ordonnancement de production de types projet, par lot, par contrat, d'assemblage de masse, avec équipement indépendant et en flux ordonné; systèmes à une seule machine; algorithmes pour lignes de production; algorithmes pour ateliers; programmation dynamique; méthodes heuristiques. Technologie de groupe.

### **GIA1075 - Méthodes prévisionnelles et gestion des stocks**

Connaître et savoir mettre en relief les diverses interactions entre les multiples fonctions et sous-systèmes de l'entreprise de production. Connaître les principes et les procédures de base en analyse, planification et contrôle de systèmes de production pour les parties de méthodes quantitatives en prévision, gestion des stocks et planification agrégée.

Système de production manufacturière : organisation, intrants-extrants, fonctions et sous-systèmes. Méthodes prévisionnelles : description, analyse de séries chronologiques, erreurs et prévisions. Gestion des stocks : concepts, coûts; modèles pour articles indépendants, avec ravitaillement commun, pour inventaire agrégé; algorithmes et heuristiques. Planification, coordination et contrôle des approvisionnements. Notions fondamentales de planification de production à long, moyen et court termes; plan global, plan intégré.

### **GIA1077 - Conception de systèmes de fiabilité et de maintenance**

Théorie de la fiabilité des équipements de production et application en milieu industriel; théorie et techniques de gestion de la maintenance en entreprise manufacturière et implantation d'un système de gestion de maintenance dans le contexte de l'industrie intelligente. Gestion des actifs.

Familiarisation avec les principes de base de fiabilité, de disponibilité et de logistique de maintenance. Modélisation de fiabilité de systèmes complexes et développements de systèmes de maintenance préventive. Conception de système intégré de fiabilité ou d'un programme de maintenance dans une entreprise.

### **GIA1088 - Amélioration continue dans le manufacturier et les services**

Ce cours vise à amener l'étudiant-e à intégrer les concepts de l'amélioration continue de type Lean dans des contextes d'industries manufacturières et de services, dans le but de développer les compétences permettant de participer à la réalisation de projets d'amélioration, de contribuer au déploiement d'une culture d'amélioration continue et d'agir à titre de leader en amélioration continue.

Philosophies d'amélioration continue, principes fondateurs, identification de projets d'amélioration, méthodologie de réalisation de projet d'amélioration, définition de projet, mesure de processus, analyse de processus et résolution de problèmes, techniques d'animation et de générations d'idées, implantation et contrôle des projets, gestion du changement, facteurs de succès, modèles de déploiement, culture d'amélioration continue. Possibilité d'obtenir une certification Leader en amélioration continue de l'UQTR si jumelé à la réussite du cours GIA1089 Projet d'application en amélioration continue.

### **GIA1090 - Conception et modélisation en génie industriel**

Développer des solutions technologiques appliquées à des problèmes de génie industriel. Comparer et prioriser les outils numériques en fonction de la spécificité du problème à résoudre.

Principe et fonctionnement de différents outils informatisés appliqués au domaine du génie industriel ; élaboration et développement de solutions technologiques touchant des problématiques liées, en autres, à l'optimisation des systèmes, à la gestion manufacturière, à la mesure du travail, à la gestion des stocks, à la planification des opérations, à la logistique et au suivi d'indicateurs de performance.

### **GIA1144 - Recherche opérationnelle appliquée**

Application des techniques de la recherche opérationnelle au domaine du génie industriel et de la logistique.

Programmation linéaire : théorie du simplexe et de la dualité, analyse de sensibilité, problèmes de transport, problèmes de réseaux. Programmation en nombre entiers. Théorie des files d'attente. Processus de décision markovien. Modélisation de problèmes d'ingénierie. Résolution de problèmes à l'aide de logiciels d'optimisation et conception de logiciels appliqués.

### **GIA1154 - Procédés de fabrication industriels**

Aspects techniques et économiques des procédés industriels utilisés dans les principales industries manufacturières (métal, bois, plastique, alimentation, cimenterie, etc.) et pour différents types de matériaux (métaux, polymères, bois, matériaux composites, etc.). L'étudiant-e sera amené-e à connaître et comprendre les procédés de transformation suivant (mais non exhaustif) : usinage (tournage, fraisage, perçage et autres procédés), soudage et brasage, formage (forgeage, pliage, emboutissage, extrusion, moulage et mise en forme, découpage (poinçonnage, découpe laser, jet d'eau et plasma), métallurgie des poudres, fabrication additive, traitements des surfaces (revêtements, dépôts), presses, machines-outils et outillage, thermoformage, commande numérique des procédés, assemblage automatisé, emballage.

Séances de travaux pratiques d'expérimentation de procédés.

### **GIA1191 - Développement durable en ingénierie**

Concepts de développement durable pour l'ingénieur dans la société et dans son milieu de travail.

Développement des sociétés. Aspects économiques, sociaux et environnementaux. Impacts de la technologie. Mesure de durabilité. Le développement durable dans l'entreprise. Prise en compte du développement durable dans la conception. Analyse du cycle de vie. Technologies environnementales. Économie circulaire.

### **GIA6073 - Activités de recherche en génie industriel**

Permettre à l'étudiant finissant au baccalauréat de développer des compétences en recherche en génie industriel à partir de ses connaissances et compétences acquises au baccalauréat. Ce cours est réservé aux étudiants de la concentration « Passage intégré à la maîtrise » et remplace le cours GIA1073 au baccalauréat en génie industriel.

Sous la supervision du directeur de recherche et en se conformant aux règles énoncées dans le guide pédagogique du cours, l'étudiant doit réaliser un travail de recherche lié au sujet de recherche choisi. Les activités de recherche peuvent être la production d'une publication scientifique, un rapport technique, un rapport de revue de littérature, etc.

### **GIA6087 - Transformation numérique des entreprises intelligentes**

Comprendre la théorie de l'industrie intelligente, dite 4.0 ou la 4e révolution industrielle : ses origines, son évolution et les différents enjeux qui l'entourent. Comprendre l'effet de cette révolution et les technologies qui lui sont reliées sur la petite et moyenne entreprise, et sur l'économie en général. Effet sur la production de masse personnalisée, la rareté de main-d'œuvre et la mondialisation.

Permettre à l'étudiant de comprendre les enjeux technologiques reliés à l'industrie 4.0 : Big-Data, Internet des Objets (IOT), infonuagique, cyber physique, cyber sécurité, automatisation, Cobot, intelligence artificielle, agilité et maturité numérique, structure modulaire et reconfigurable : produit et procédé. Initier l'étudiant aux technologies de l'information et de connectivité reliées à cette révolution industrielle : ERP, MES, CRP, SCM, PLC, PLM, QMS, API, TCP/IP, KPI, SCADA, RFID (LES, MES) et types des capteurs.

Initier l'étudiant à la recherche liée à la transformation numérique, incluant les stratégies d'implantation, les préalables, les conditions gagnantes, l'implantation de technologies 4.0 spécifiques, les architectures numériques nécessaires, etc.

### **GMC1024 - Automatisme industriels**

Ce cours vise l'acquisition des connaissances et techniques nécessaires à la conception et à l'implantation en industrie des systèmes automatisés, quel que soit le secteur d'activité technique. Un accent particulier est mis sur la pratique de la programmation d'automates programmables industriels.

Techniques et concepts de l'automatique séquentielle. Rappels et compléments en algèbre de Boole. Représentation et minimisation des fonctions booléennes. Introduction à la logique floue. Analyse et conception des automatismes combinatoires et séquentiels. Synthèse des systèmes séquentiels par la méthode d'Huffman et la méthode GRAFCET. Les automatismes à relais, la logique TTL, les automatismes fluidiques, les cycles véridés, les séquenceurs. Instrumentation des systèmes automatisés : capteurs et actionneurs. Les automates programmables industriels : technologie, caractéristiques et programmation. Simulation des systèmes automatisés. Aspects économiques et de sécurité des systèmes automatisés.

### **GMC1032 - Conception et modélisation en ingénierie I**

Poser et solutionner un problème d'ingénierie au moyen d'outils de calcul informatisé. Comprendre, analyser et interpréter les résultats dans les contextes spécifiques des problèmes d'ingénierie. Analyser les problèmes de précision inhérents au choix de l'outil.

Principe et fonctionnement des différents outils informatisés. Choisir l'outil le plus approprié en fonction de la spécificité du problème à résoudre. Elaboration et développement de la solution. Techniques de représentation optimale des données. Applications techniques aux problèmes d'électricité, de mécanique du solide et des fluides, de gestion manufacturière.

### **GPE1012 - Comportement organisationnel : l'individu**

Ce cours vise à développer chez l'étudiant les habiletés personnelles, interpersonnelles et conceptuelles nécessaires pour assumer efficacement un rôle de direction au sein d'une entreprise. Dans le cadre de ce cours, l'étudiant sera tout d'abord appelé à développer certaines habiletés personnelles qui lui permettront d'intégrer les éléments d'une gestion active de soi. L'étudiant développera aussi des habiletés interpersonnelles qui permettent à un dirigeant, quel que soit le niveau qu'il occupe dans l'entreprise, de communiquer de façon aidante avec ses collaborateurs, d'exercer une influence positive dans son milieu de travail, de motiver et de mobiliser les employés, de négocier gagnant/gagnant, de gérer efficacement les conflits interpersonnels et de piloter le changement organisationnel en tenant compte des aspects humains de l'organisation. Enfin, tout au long de sa formation, l'étudiant développera des habiletés conceptuelles qui lui permettront de diagnostiquer divers problèmes associés à la direction des personnes et d'élaborer des interventions pouvant satisfaire à la fois les objectifs de l'organisation et les besoins de développement des employés.

Le gestionnaire (fonctions et défis; apprentissage du comportement organisationnel; éthique; leadership), la gestion des individus dans l'organisation (caractéristiques de l'individu; motivation; renforcement et récompenses; conception des tâches, fixation des objectifs et aménagement du temps de travail), la gestion des groupes (dynamique du groupe; dynamique intergroupes), la gestion des organisations (caractéristiques et conception de l'organisation; culture organisationnelle), la gestion des processus organisationnels (prise de décision; négociation; communication et conflits; pouvoir et politique), la gestion dans un environnement dynamique (changement planifié et développement organisationnel; gestion du stress; planification de carrière), la gestion des dimensions internationales et multiculturelles du comportement organisationnel (dimensions internationales; culture; diversité culturelle; méthodes comparatives de gestion et de comportement organisationnel).

### **ING1039 - Statique et dynamique I**

Initiation aux lois régissant l'équilibre statique des corps dans le plan et dans l'espace et la dynamique des particules en mouvement curviligne dans le plan.

L'étude de la statique comprend l'analyse des forces externes, de l'équilibre multidimensionnel, le frottement et les assemblages plans. Celle de la dynamique comprend la cinématique et la cinétique rectiligne et curviligne. Les propriétés des surfaces planes telles que centre de gravité et moments d'inertie sont aussi étudiées dans le cadre de ce cours.

### **ING1042 - Dessin technique et DAO**

Développer, chez l'étudiant en ingénierie, une dextérité manuelle et intellectuelle, des éléments indispensables à un langage et une expression graphique propres à ses fonctions futures; l'atteinte de ces objectifs est réalisée par le développement de l'esprit d'observation, du sens de la précision et de la capacité de s'exprimer graphiquement. Le cours vise également l'acquisition d'une connaissance générale des éléments indispensables à l'élaboration, au développement et à la mise en oeuvre d'un projet en ingénierie.

Acquérir les connaissances et les habiletés requises pour pouvoir utiliser le dessin technique comme moyen de communication dans les principaux champs d'activités en ingénierie. Assimiler les notions et techniques de base requises à la conception de dessins techniques assistée par ordinateur.

### **ING1043 - Matériaux de l'ingénieur**

Acquérir la connaissance des caractéristiques générales physiques et des propriétés des principaux matériaux, indispensable à toute activité technique en ingénierie. L'atteinte de cet objectif est assurée par l'élaboration et le développement de la compréhension de la nature des matériaux et de leurs propriétés, dans la perspective de leur utilisation en fonction des conditions de la pratique industrielle courante.

Le cours a un caractère transdisciplinaire et, dans cette optique, sont étudiés les aspects suivants : classes des matériaux; structures des solides; métaux ferreux, non-ferreux et alliages, polymères, céramiques et composites; propriétés mécaniques; propriétés électriques; semi-conducteurs et conducteurs; diagrammes de phase; corrosion et lutte contre la corrosion; modification des propriétés des matériaux; utilisations industrielles des matériaux.

### **ING1056 - Résistance des matériaux**

L'objectif de ce cours est d'initier les étudiants au comportement des éléments mécaniques et structuraux; nous y verrons le calcul des efforts internes et des déformations ainsi que le dimensionnement.

Le chargement axial. La torsion des barres cylindriques. La flexion des poutres (le calcul des efforts internes, de la flèche ainsi que le dimensionnement). Les poteaux. Les chargements complexes (le calcul des efforts internes, le dimensionnement, le cercle de Mohr). Les effets de la température. Les cylindres sous pression. (Laboratoires).

### **ING1057 - Thermodynamique appliquée I**

Comprendre les transformations de l'énergie dans des systèmes en équilibre. Énoncer, expliquer et appliquer les quatre principes de la thermodynamique aux substances, aux machines et aux systèmes en général.

Température. Pression. Énergie. Travail. Concept d'énergie interne. Procédés sans écoulement et avec écoulement. Première loi de la thermodynamique. Concept du procédé réversible. Le procédé irréversible. Propriétés thermiques des gaz. Concept d'enthalpie. Chaleur spécifique. Deuxième principe de la thermodynamique. Cycle de Carnot. Entropie. Fonctions thermodynamiques des substances pures. Applications de la thermodynamique à divers systèmes. Détente Joule-Thompson. Compresseurs. Machines thermiques. Réfrigération.

### **ING1058 - Phénomènes d'échanges**

Comprendre les principes qui gouvernent les phénomènes de transferts. Développer les habiletés pour établir une approche mathématique rigoureuse des systèmes d'échanges et de solutions des problématiques concrètes à partir d'hypothèses imposées par les contraintes industrielles.

Introduction aux phénomènes, viscosité et transfert de quantité de mouvement. Distribution de vitesse en écoulement laminaire. Principes d'échanges pour des systèmes isothermes. Transfert interphase : équation de Bernoulli, appareils de mesure, friction. Conductivité thermique et mécanisme de transfert de l'énergie. Distribution de température dans les solides et les liquides en écoulement laminaire. Transfert de chaleur par convection. Équations empiriques pour le calcul du coefficient de transfert de chaleur. Échangeurs de chaleur. Introduction aux phénomènes de transfert de masse.

### **ING1100 - Communication et méthodes de travail en ingénierie**

Ce cours vise à développer les compétences nécessaires pour communiquer efficacement dans un contexte d'ingénierie, travailler efficacement en équipe multidisciplinaire en ingénierie et utiliser adéquatement les outils de communication.

Communication par oral, par écrit et par méthodes audiovisuelles des différents concepts et raisonnements associés à la pratique du génie. Théories et règles de communication. Caractère humain de la communication. Méthodes de travail en groupe.

Outils et logiciels liés à la communication en ingénierie et au travail collaboratif. Méthodes de recherche documentaire et bibliographique. Rédaction de rapports techniques et présentation de l'information.

### **ING1200 - Pratique de la profession d'ingénieur**

Offert à l'ensemble des baccalauréats en génie, ce cours vise à développer des compétences complémentaires aux savoirs disciplinaires étroitement liées à l'exercice de la profession d'ingénieur.

L'évolution des compétences de l'ingénieur(e) : processus d'accès au titre professionnel d'ingénieur(e), responsabilités de l'ingénieur(e) et

formation continue. Les fondements théoriques et applications pratiques du professionnalisme, de l'éthique et de la déontologie en lien avec le travail de l'ingénieur(e).

L'environnement légal de l'ingénieur(e) : lois, règlements et normes qui encadrent les travaux d'ingénierie et le développement de produits. L'ingénieur(e) et la mondialisation. L'environnement professionnel de l'ingénieur(e) : ouverture, savoir être et normes de comportement.

Rôle de l'ingénieur(e) dans le développement de produits, les projets de conception et de construction ainsi que dans la recherche et développement. Les décisions de l'ingénieur(e) et leurs impacts sur la société et la population : l'utilisation des énergies renouvelables, le développement durable, le cycle de vie des produits, l'empreinte écologique et la gestion de risques technologiques.

### **MAP1006 - Mathématiques appliquées I**

Transmettre à l'étudiant les bases de l'algèbre matricielle, l'introduire aux méthodes numériques, lui donner les outils nécessaires à la résolution des équations différentielles ordinaires et lui montrer certaines applications des équations différentielles. Algèbre matricielle : matrices, définitions et opérations, matrice triangulaire, diagonale, transposée d'une matrice, matrice régulière et rang, déterminants, inverse d'une matrice, solution d'équations linéaires, valeurs et vecteurs propres. Nombres complexe. Équations différentielles : classification, solution d'une équation différentielle avec interprétation géométrique; équations différentielles du premier ordre, équations exactes et facteur intégrant, équations à variables séparables, homogènes, linéaires, de Bernouilli; applications (trajectoires orthogonales, problèmes de taux, etc.). Équations différentielles d'ordre supérieur : système fondamental de solutions, équations linéaires, homogènes à coefficients constants, réduction d'ordre, équations linéaires non-homogènes, équations d'Euler-Cauchy; résolution en séries de puissances; applications. Systèmes d'équations différentielles homogènes et non homogènes.

### **MAP1007 - Mathématiques appliquées II**

Acquisition de notions fondamentales sur les fonctions à plusieurs variables, les courbes et les surfaces dans le plan et l'espace. Applications du calcul différentiel et intégral à plusieurs variables ainsi que le calcul vectoriel.

Éléments de géométrie analytique. Courbes planes, tangentes et longueur d'arc, coordonnées polaires, intégrales en coordonnées polaires, équations polaires des coniques. Vecteurs de dimension deux et trois, produit scalaire, produit vectoriel, droites et plans, surfaces. Fonctions vectorielles et courbes dans l'espace, limites, dérivées et intégrales, cinématique, courbure, composantes tangentielle et normale de l'accélération, lois de Kepler. Fonctions de plusieurs variables, limites et continuité, dérivées partielles, accroissement et différentielle, dérivation de fonctions composées, dérivées directionnelles, normales et plans tangents, valeurs extrêmes de fonctions à plusieurs variables, multiplicateurs de Lagrange. Intégrales doubles, aire et volume, intégrales doubles en coordonnées polaires, aires de surfaces, intégrales triples, moment d'inertie et centre de masse, coordonnées cylindriques, coordonnées sphériques, changement de variables et jacobiens. Champs vectoriels, intégrales curvilignes, indépendance du chemin, théorème de Green-Riemann, intégrales de surface, théorème de flux-divergence, théorème de Stokes.

### **STT1113 - Probabilités et statistiques de l'ingénieur**

Statistique descriptive et représentation graphique. Élément de probabilités et loi de Bayes. Variables aléatoires continues, loi normale, loi de chi-carré, loi de Student et loi de Fisher. Estimation par intervalle de confiance et tests d'hypothèse. Régression linéaire multiple. Estimation des paramètres et prévision.

### **Cours optionnels (9 crédits)**

[Manufacturier avancé](#)

### **GIA6034 - Modélisation des systèmes de production**

Familiariser l'étudiant avec les techniques d'optimisation et de modélisation relatives à la conception et à la gestion des systèmes de production.

Problème général d'optimisation des systèmes de production. Modélisation discrète et continue, analyse combinatoire, simulation et DOE. Modélisation et optimisation des systèmes de production: lignes dédiées, lignes d'assemblage simple et mixte, système manufacturier flexible, cellules dynamiques, job-shop. Conception des systèmes de production poussé (ERP) et tiré (JAT)



### **GIA6057 - Plans d'expérience et optimisation de procédés**

Connaître les concepts fondamentaux de conception et d'analyse d'expérience industrielle en mettant l'accent sur des applications pratiques. Planification d'expérience dans le contexte de l'industrie intelligente.

Principes généraux sur l'inférence statistique. Plan d'expérimentation avec un ou plusieurs facteurs avec et sans restriction. Plans en carré latin et carré gréco-latin. Plans factoriels complets et analyse des interactions. Plans emboîtés. Plans d'expériences fractionnaires. Approche Taguchi et plan d'expériences croisé. Utilisation de logiciels spécialisés pour la conception et l'analyse des plans d'expériences. Plan d'expérience et simulation pour l'intelligence artificielle.

### **GIA6061 - Techniques de simulation avancée**

Acquérir des connaissances et aptitudes avancées à la réalisation d'expériences de simulation sur ordinateur de composantes des systèmes de production et de service.

Éléments avancés de la simulation : modélisation des systèmes autoguidés, techniques de modélisation à base de pseudo-agents, modélisation de système en continu, animation, exécution de différents scénarios et analyse (design expérimental), optimisation, analyse des coûts, construction d'interface utilisateur avec VBA, simulation à l'aide de l'intelligence artificielle et intégration des techniques de simulation avec les outils de la recherche opérationnelle. Exemples en production et dans les services.

Langages de simulation spécialisée : le logiciel ARENA est utilisé pour la modélisation et l'animation des systèmes. De plus, le logiciel de simulation SIMIO est présenté à des fins de comparaison.

Préalable : GIA1042 Simulation de systèmes industriels I ou l'équivalent

### Santé et sécurité au travail

### **GIA6010 - Évaluation et contrôle des agents physiques en milieu de travail**

Reconnaissance, évaluation et contrôle des différents agresseurs physiques rencontrés dans l'environnement de travail: bruit, vibrations, rayonnements ionisants et non ionisants. Règlements, normes et mesures d'exposition.

Éclairage des environnements de travail : mesure et normes

Démonstrations et laboratoires

### **GIA6022 - Évaluation de la qualité de l'air en milieu de travail**

Appareils et stratégies d'échantillonnage pour la caractérisation des principaux contaminants de l'air ambiant en milieu de travail, présents sous forme d'aérosol, de gaz, et de vapeurs.

Évaluation statistique des résultats. Normes d'exposition et règlements.

Équipement de protection respiratoire individuelle.

Démonstrations et laboratoires.

### **GIA6025 - Aspects techniques de la sécurité**

Connaissances de base nécessaires à la prévention d'accidents de travail communs à plusieurs types d'industries.

Dangers de l'électricité. Prévention des incendies et explosions. Sécurité des opérations de soudage et de coupage thermiques. Outils manuels et équipements portatifs : entretien et utilisation sécuritaire. Appareils de levage : câbles métalliques, élingues, chaînes et leur usure; construction, opération et inspection des grues, des derricks et des ponts roulants. Ascenseurs et monte-charge. Échafaudages. Convoyeurs. Véhicules industriels motorisés : opération, accessoires pour manipuler les charges. Air comprimé. Chaudières et vaisseaux sous pression : construction, instrumentation, dispositifs de sécurité, inspection et entretien.

### **GIA6028 - Contrainte thermique, ventilation et protection individuelle**

Évaluation de la contrainte et de l'astreinte thermique. Normes et réglementation. Monitoring physiologique.

Ventilation générale et locale: paramètres, évaluation et calculs.

Équipements de protection individuelle: protection de l'ouïe, des yeux, du visage, de la tête, des mains, des pieds et du corps. Critères de sélection, normes et réglementation.

Démonstrations et laboratoires.

### **GIA6060 - Analyse de risque et sécurité des machines**

Techniques d'analyse de risque applicables aux systèmes, aux tâches et aux procédés. Principaux concepts reliés à l'analyse de risque (système, fiabilité, sécurité). Démarche d'appréciation et de réduction des risques : définition des limites, identification des phénomènes dangereux, estimation et évaluation du risque. Stratégie globale de maîtrise des risques. Méthodes et outils.

La sécurité des machines : principaux phénomènes dangereux associés aux machines, protecteurs et dispositifs de protection, normes et principes de conception. Les procédures d'interventions sécuritaires sur les machines et équipements : cadenassage et travail en espaces clos.

Démonstrations et laboratoires.

L'étudiant choisit de 0 à 9 crédits par les cours suivants (maximum 3 cours de niveau 6000) :

### **ERN6004 - Conception ergonomique des tâches et des postes de travail**

Définition et types d'ergonomie. Stratégie d'intervention ergonomique. Notions de physiologie du muscle squelettique.

Anthropométrie. Posture, mouvements et travail statique. Conception et évaluation des postes de travail. Conception et sélection des équipements et des outils. Dépense énergétique associée au travail physique. Notions de biomécanique. Modèles à deux et trois dimensions. Manutention de charges. Lésions musculo-squelettiques. Démonstration, travaux pratiques et laboratoires.

Démonstrations et laboratoires.

### **ERN6005 - Ergonomie cognitive et conception des interfaces**

Définition, conception et analyse de systèmes personne-machine.

Le travail mental : traitement de l'information, perception, motricité, mémoire, prise de décision, surcharge mentale. Inspection vigilante. Présentation de l'information : indicateurs qualitatifs et quantitatifs. Le stéréotype mental universel. Conception des commandes et des dispositifs de présentation de l'information visuelle. Interfaces personne-ordinateur. Horaire de travail : le travail de quart, périodes de repos. Le rythme circadien : la productivité de l'homme. Conception de systèmes de formation. Démonstrations, travaux pratiques.

Démonstrations et laboratoires.

### **GIA6029 - Législation et gestion en santé et sécurité du travail**

Lois, règlements, normes et programmes reliés à la prévention en santé et sécurité au travail ainsi que les organismes chargés de les mettre en application. Aperçu de la législation en matière d'indemnisation. Interprétation, implications et jurisprudence. Rôle des différents niveaux de gouvernement.

Gestion d'un service santé-sécurité (opérations, ressources, coûts). Organisation, niveaux et centres des responsabilités, interaction des composantes, modes d'intervention, rôles. Définition et concepts d'accidents. Statistiques et coûts des accidents, activités d'un programme de prévention, gestion de l'indemnisation et des cotisations. Enquête et analyse d'accidents. Analyse des données et mesure de performance (systèmes d'évaluation et de contrôle de gestion).

### **GIA6030 - Aspects organisationnels et analyse des tâches dans la prévention des acc. du travail**

Les liaisons sensorimotrices et les habiletés psychomotrices dans les tâches industrielles. La motivation individuelle au travail, la satisfaction et les attitudes envers la sécurité.

Attention, vigilance et fatigue en milieu de travail. L'accidentabilité et/ou propension aux accidents de travail. L'analyse du travail : sommaire des techniques de génie industriel appliquées à l'analyse des méthodes de travail. L'analyse sécuritaire des tâches : définition, objectifs, étapes et avantages. Appréciation, élargissement et enrichissement des tâches. Campagnes de motivation pour la prévention des erreurs et des accidents.

### **GIA6035 - Conception et production automatisées**

Connaître les principes de fonctionnement et d'exploitation des principaux équipements productiques et pouvoir les évaluer en regard de leur implantation en entreprise de production manufacturière.

CFAO (conception et fabrication assistée par ordinateur) : principe de base, caractérisation, applications, limitations, exemples des divers logiciels commerciaux. Automatisation flexible : commande numérique, automates programmables, véhicules autoguidés, Grafcet. Exemples d'applications et équipements commerciaux. Aspects humains reliés à l'utilisation de ces machines-équipements.

### **GIA6040 - Problèmes d'application en génie industriel**

Réalisation par l'étudiant d'un projet spécifique sous la supervision d'un professeur. Le projet pourra être un problème soumis par le milieu industriel, permettant à l'étudiant d'acquérir de l'expérience pratique et de favoriser le transfert technologique ou un problème relié à un projet de recherche subventionné d'un professeur du programme.

### **GIA6055 - Sujets spéciaux I**

Ce cours a pour objectif de permettre d'inclure au programme des sujets variables ayant un intérêt ponctuel majeur en génie industriel ou en sécurité et hygiène industrielles.

### **GIA6056 - Sujets spéciaux II**

Ce cours a pour objectif de permettre d'inclure au programme des sujets variables ayant un intérêt ponctuel majeur en génie industriel ou en sécurité et hygiène industrielles.

### **Cours complémentaires (3 crédits)**

L'étudiant choisit 3 crédits parmi les cours de la liste suivante ou, s'il le désire et avec l'approbation du responsable du programme, parmi tous les autres cours en dehors de son programme :